



Institut für Qualitätsmanagement und Umfeldhygiene

## AKADEMIE

---

Deutschordenstr. 4/3

97990 Weikersheim

Fon: 07934-9121-0

Fax: 07934-912120

E-Mail: [weinisch@iquh.de](mailto:weinisch@iquh.de)

[www.iqum.de](http://www.iqum.de)



Mitglied im Arbeitskreis »Gesundes Wohnen«  
der Deutschen Gesellschaft für  
Umwelt- und Humantoxikologie e.V.

**DGUHT** e.V.

---

## Innenwandgestaltung



## **Inhaltsverzeichnis**

|          |                                                                                             |             |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>1</b> | <b>Innenwandgestaltung</b>                                                                  | <b>1-5</b>  |
| 1.1      | Behagliche Innenräume durch natürliche Oberflächen                                          | 1-7         |
| 1.1.1    | Natürliche Innenwandgestaltungen vermindern das Bauschadensrisiko und einen Raumlufnotstand | 1-7         |
| 1.1.2    | Energieeinsparmaßnahmen                                                                     | 1-8         |
| 1.1.3    | Welche Faktoren führen zu einem guten Innenraumklima                                        | 1-10        |
| 1.1.4    | Innenwandgestaltung mit nachhaltigen Rohstoffen                                             | 1-12        |
| 1.1.5    | Der volkswirtschaftliche Nutzen natürlicher Oberflächensysteme                              | 1-13        |
| 1.2      | Umweltverträglichkeit von Putzträgern, Putzen und Farben                                    | 1-14        |
| 1.2.1    | Energieaufwand bei der Produktherstellung                                                   | 1-15        |
| 1.2.2    | Baustoffrecycling / Verhalten auf der Deponie                                               | 1-17        |
| 1.2.3    | Lehm und Kalk ergänzen ideal die Holzbauweise                                               | 1-18        |
| 1.3      | Vorschriften und Normen zu Oberflächen                                                      | 1-21        |
| 1.4      | Testverfahren, Label und Produktzertifikate                                                 | 1-22        |
| <b>2</b> | <b>Schöne und behagliche Innenräume</b>                                                     | <b>2-24</b> |
| 2.1      | Rohstoffe und ihre Umwelt- und Gesundheitsverträglichkeit                                   | 2-24        |
| 2.1.1    | Hauptbestandteile von innenliegenden Dämmmaterialien                                        | 2-24        |
| 2.1.2    | Innendämmung – eine gute Kompromislösung                                                    | 2-25        |
| 2.1.3    | Hauptbestandteile von Putzen und Farben                                                     | 2-27        |
| 2.1.4    | Herstellungsprozess von Putzen und Farben                                                   | 2-27        |
| 2.2      | Baustoffkunde                                                                               | 2-28        |
| 2.2.1    | Die Inhaltsstoffgruppen                                                                     | 2-28        |
| 2.2.2    | Die Wirkung der Farben                                                                      | 2-30        |
| 2.2.3    | Farbmittel                                                                                  | 2-32        |
| <b>3</b> | <b>Das Raumklima</b>                                                                        | <b>3-33</b> |
| 3.1      | Feuchteausgleichswirkung von Raumbooberflächen                                              | 3-34        |
| 3.1.1    | Wohlfühltemperatur                                                                          | 3-36        |
| 3.1.2    | Elektrostatik                                                                               | 3-37        |
| 3.1.3    | Betrachtung der schichtenabhängigen Materialfeuchte                                         | 3-38        |
| 3.1.4    | Klima-, Feuchte- und Geruchsregulierung                                                     | 3-41        |
| 3.1.5    | Schallschutz                                                                                | 3-43        |

|          |                                                                     |             |
|----------|---------------------------------------------------------------------|-------------|
| 3.1.6    | Ergebnis: Raumklima und Bauschadensvermeidung                       | 3-44        |
| <b>4</b> | <b>Oberflächenmaterialien und ihre Verarbeitung</b>                 | <b>4-45</b> |
| 4.1      | Untergrundbewertung und Vorbehandlung                               | 4-45        |
| 4.2      | Lehm                                                                | 4-45        |
| 4.3      | Kalk                                                                | 4-50        |
| 4.4      | Feinputze und Farben auf Silikatbasis                               | 4-56        |
| 4.4.1    | Haftvoranstriche mit Farbenwasserglas                               | 4-57        |
| 4.5      | Wandbeschichtungen aus organischen Naturstoffen                     | 4-58        |
| 4.5.1    | Kasein- und Naturharzfarben                                         | 4-58        |
| 4.5.2    | Zellulose- und Baumwollfaserputze                                   | 4-59        |
| 4.5.3    | Farben, Streich- und Rollputz auf Naturharz- oder Kaseinbasis       | 4-61        |
| <b>5</b> | <b>Tapeten</b>                                                      | <b>5-63</b> |
| 5.1      | Papiertapeten                                                       | 5-64        |
| 5.2      | Raufasertapeten                                                     | 5-65        |
| 5.3      | Naturfasertapeten                                                   | 5-65        |
| 5.4      | Textiltapeten                                                       | 5-66        |
| 5.5      | Kunststofftapeten                                                   | 5-66        |
| 5.6      | Sondertapeten                                                       | 5-67        |
| 5.7      | Kleister, Voranstriche und Grundierungen                            | 5-67        |
| <b>6</b> | <b>Holzverkleidungen</b>                                            | <b>6-70</b> |
| 6.1      | Verkleidungen aus Vollholz                                          | 6-70        |
| 6.2      | Verkleidungen aus Furnier- und Faserholz                            | 6-72        |
| 6.3      | Holzschutzmittel                                                    | 6-72        |
| 6.4      | Holzbeschichtungen                                                  | 6-73        |
| 6.5      | Vorsicht: Verkleidungen in Feuchträumen                             | 6-74        |
| <b>7</b> | <b>Innenraumgestaltung im Sanierungsfall</b>                        | <b>7-75</b> |
| 7.1      | Sonderfall: Nachträgliche Absperrung von giftigen Holzschutzmitteln | 7-75        |
| 7.2      | Fogging                                                             | 7-76        |
| 7.3      | Feuchte- und Schimmelsanierung von Oberflächen                      | 7-78        |

|            |                                                             |             |
|------------|-------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>7.4</b> | <b>Materialien zur Geruchsminderung</b>                     | <b>7-80</b> |
| 7.4.1      | Mineralputzsysteme mit absperrender Wirkung                 | 7-81        |
| 7.4.2      | Schafwolle gegen Formaldehyd                                | 7-81        |
| <b>7.5</b> | <b>Abschirmputz/-farbe, Abschirmplatten, Abschirmgewebe</b> | <b>7-82</b> |
| 7.5.1      | Konzepte gegen Stress durch Strom oder Funkwellen           | 7-82        |
| <b>7.6</b> | <b>Checkliste für eine nachhaltige Innenwandgestaltung</b>  | <b>7-84</b> |
| <b>8</b>   | <b>Schlussbetrachtung</b>                                   | <b>8-85</b> |
| <b>9</b>   | <b>Anlagen</b>                                              | <b>9-86</b> |
| 9.1        | Bildnachweis                                                | 9-86        |
| 9.2        | Literatur, Infos                                            | 9-92        |
| 9.3        | Herstellerverzeichnis/Bezug                                 | 9-95        |
| 9.4        | Infothek für Innenwandgestaltung                            | 9-101       |
| 9.5        | Tabellen                                                    | 9-104       |
| 9.5.1      | Sorptionswerte verschiedener Materialien                    | 9-104       |
| 9.5.2      | Putz- und Farbsysteme:                                      | 9-104       |
| 9.5.3      | Ökobilanzen                                                 | 9-105       |
| 9.5.4      | Behaglichkeit und Bauphysik                                 | 9-107       |

# 1 Innenwandgestaltung

(Autor: Karl-Heinz Weinisch, IQUH)

Die Einführung neuartiger Dämmstoffe, Putze und Farben in Verbindung mit dem übermäßigen Abdichten von Fenstern und Türen zur Einsparung von Heizungsenergie hat dazu geführt, dass in der Innenraumluft und im Hausstaub immer mehr Risikostoffe, in Form von synthetischen Verbindungen (fR = fossile Rohstoffe), kleinteiligem Feinstaub sowie Schimmel und Bakterien beobachtet werden. Es würde ein ganzes Buch füllen, die möglichen Schadstoffe hier alle anzuführen. Besonders Risikogruppen wie Kleinkinder, chronisch Kranke und alte Menschen halten sich zum Teil über 90 % des Tages in Innenräumen auf. Hier ist besonders auf die Qualität der Luft durch Filtration, Lüftung und Wahl der Bau- und Einrichtungsgegenstände zu achten.



Bild 01: Fa Livos- Küche

Wand- und Deckenbeschichtungen haben einen großen Einfluss auf das Innenraumklima im Büro, in der Schule oder am Schlafplatz. Natürliche Materialien sind für Ihre schönen und angenehmen Oberflächen, ihre Strapazierbarkeit, ihre Gesundheits- und Umweltverträglichkeit, ihre feuchteausgleichende Wirkung, ihre gute Entsorgbarkeit und geringe elektrostatische Aufladungswerte bekannt.



Bild 02: Fa Haga- Ofen und Wand mit Kalkputz

Und dennoch werden nach wie vor Stoffe, deren Gesundheitsrisiko bekannt und wissenschaftlich belegt ist, verarbeitet. Die Auswirkungen haben sich zu einem volkswirtschaftlichen Sanierungsproblem hinsichtlich Mineralfasern, Asbest, DDT, Holzschutzmitteln, PCB-haltigen Dichtstoffen und Schimmel entwickelt. Diese Gefährdungen gilt es in Zukunft zu verringern und wir wollen aufzeigen, auf was man bei der Auswahl von Putzen und Farben achten sollte.



Bild 03: IQUH Schadstoffuntersuchungen/Schimmel auf Außenwand

## 1.1 Behagliche Innenräume durch natürliche Oberflächen

Wand- und Deckenoberflächen bilden die größte Umhüllungsfläche einer Mietwohnung, am Arbeitsplatz oder im Eigenheim. Daher tragen die dort verwendeten Materialien auch die größte Verantwortung für eine gesunde Raumlufthqualität und ein behagliches Wohnklima. Von dieser Seite betrachtet ist es keinesfalls egal, wie und mit welchen Stoffen die Innenraumoberflächen gestaltet werden. Je mehr wir uns bei der Baustoffrezeptur von den natürlichen Eigenschaften bewährter Rohstoffe entfernen, umso unnatürlicher und schadstoffbelasteter wird das Raumklima.

Um Gerüche und Innenraumschadstoffe, schwarze Oberflächen nach Renovierungen (Fogging), Kondensatfeuchteschäden und Schimmel vermeiden zu können, muss man die Qualität aber auch die individuellen bauphysikalischen Erfordernisse und die Untergrundvorbereitung berücksichtigen. Von den verschiedenen Materialien die auf dem Markt angeboten werden, gibt es mehr oder weniger umwelt- bzw. gesundheitsverträgliche Produkte.



Bild 04: IQUH Untersuchungen – Fogging durch Schadstoffe

### 1.1.1 Natürliche Innenwandgestaltungen vermindern das Bauschadensrisiko und einen Raumlufthnotstand

Man weiß heute immer noch wenig darüber, ob chemische Zusatzstoffe für eine bessere Verarbeitbarkeit von Bauprodukten auch von gesundheitlicher Bedeutung sind bzw. einen Einfluss auf wichtige Dampfdiffusionsprozesse in Innenräumen haben. Dies gilt vor allem für die dampfbremsende Wirkung von Grund- oder Hilfsstoffen beispielsweise in Putzen oder Farben.





Bild 05: Lesando Lehmoberflächen – Feuchtausgleich/Küche

Bausachverständige messen in modernen Wohnungen im Winter Raumluftfeuchtwerte unterhalb 20% (bei ca. 21° C), was sich sehr nachteilig auf die Haut und Schleimhäute auswirkt. Dagegen kann man im Sommer häufig Werte über 70% bei ca. 26° C in Innenräumen messen. In vielen Fällen kann es bei diesen Werten dann zu Schweißwasser- und Schimmelschäden kommen, weil dampfbremsende Bauteiloberflächen zu wenig Wasserdampf aus der Luft zwischenspeichern.

### 1.1.2 Energieeinsparmaßnahmen

Sitzt die Dämmung im Alt- oder Neubau schon auf der Außenseite der Steinkonstruktion oder in der Holzkonstruktion kann man mit Putz- und Farbsystemen, Putzträgerplatten oder Fertigelementen weiterarbeiten.



Bild 06u.07: Hormatherm - Wandaufbau



Wird eine Innendämmvariante gewählt so sind Sicherheitsvorkehrungen zu beachten um Wärmebrücken, Schwitzwasserbildung und Schimmelschäden vorzubeugen. Die Gestaltungsmöglichkeiten im Innenwand- und Deckenbereich richten sich stark nach dem Untergrund. Es muss immer geprüft werden ob beispielsweise ein Fachwerk oder eine Holzkonstruktion mit Zwischendämmung noch eine Dampfbremse benötigt, um eine Luftdichtheit zu gewährleisten.

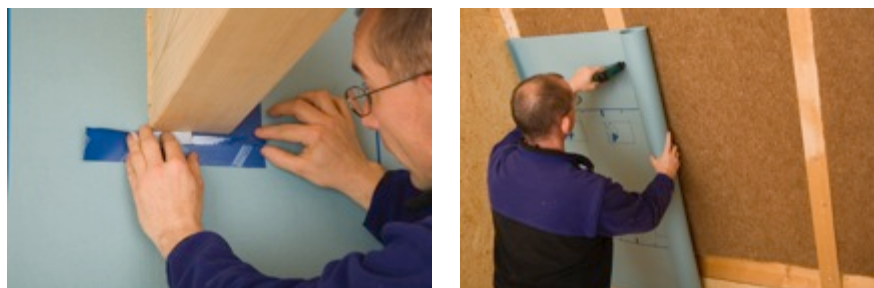


Bild 08: ProClima Luftdichtheit

Nicht nur im Kellergeschoss, auch hinter Einbauschränken auf der ungedämmten Außenwand kann Schwitzwasser (Tauwasserabschlag wegen zu hohen Temperaturdifferenzen) entstehen. Auf Grund einer wärmebrückengefährdeten Stein- oder Betonbauweise sollten dann die Innenwände und Decken gemäß bauphysikalischen Anforderungen mit einem Kalk-Perlit Dämmputz oder einer fachmännisch ausgeführten Dämm-Putzträgerplatte und Kalkputz aufgebaut werden.

Auch Wandheizungssysteme lassen sich ideal mit Naturdämmstoffen und Lehm- oder Kalkputzen ausführen.



Bild 09: Pilosith Wandheizung auf OSB mit Lehm verputzt

### 1.1.3 Welche Faktoren führen zu einem guten Innenraumklima

Grundsätzlich werden die Einflussfaktoren für die Gesundheitsverträglichkeit und Behaglichkeit in Innenräumen in der DIN 15251 (Richtlinien für Raumklima, Energieeffizienz, Raumlufthausqualität, Temperatur, Licht und Akustik) im Wesentlichen abgehandelt.

Vornehmlich in den ersten 1 bis 3 cm der Innenraumschichten tauscht sich die Raumlufthaus oder die Innenraumfeuchte mit dem Putz, der Farbe, der Tapete, einer Gipsverbundplatte oder der Holzverkleidung aus. Die Materialien und Oberflächenstrukturen können positive Raumeinflussfaktoren aufweisen, es können aber auch unsichtbare Schadstoffe oder diffusionshemmende Inhaltsstoffe verarbeitet worden sein, die zu schwerwiegenden Feuchte- und Bauschäden wie Schimmel oder mikrobakteriellem Befall führen können. Zudem beeinflussen die Innenraumoberflächen und die Inhaltsstoffe folgende raumklimatisch relevanten Faktoren:

- Das Raumklima (Luftfeuchte, Oberflächen- und Lufttemperatur, Luftbewegung)
- Das Elektroklima (elektrostatische Aufladung, elektrische und elektromagnetische Felder, Ionisation, elektrisches und magnetisches Gleichfeld)
- Die Licht- und Farbverhältnisse
- Die Zusammensetzung der Luft
- Der Geruch
- Die toxische Situation
- Das akustische und optische Raumgefühl
- Die Mikroorganismen

Ausschlaggebend für das Wohnklima ist die Zusammensetzung der Putze, Grundierungen und Farben. Putzmaterialien aus Lehm, Reinsilikat, Gips, Zement oder Kalk sind mehr oder weniger offenporig, diffusions- und sorptionsfähig. Durch Kunststoffzusätze im Putz oder in der Farbe wird dieses 'Feuchteausgleichsverhalten' eingeschränkt. Ebenso können kunststoffvergütete Grundierungen oder Anstriche auf Untergründen solch eine feuchteregulierende Eigenschaft verschlechtern. Sie wirken dann möglicherweise dampfbremsend, so dass weniger Luftfeuchtigkeit aufgenommen wird und zwischengepuffert werden kann.



Bild 10: Haga – Kalkputz für guten Feuchteausgleich

Das optimale Putz- und Farbsystem muss also wasserdampfdurchlässig sein, so dass die Innenraumfeuchte reguliert wird. Ein reiner Kalkputz oder auch die Lehmputze sind für Wohnräume am besten geeignet, weil sie die Feuchte, bei Bedarf, auch schnell wieder an die Raumluft abgeben.



Bild 11: Haga, gefärbte Kalkoberfläche

Nachhaltige, also Grüne Produkte mit einem hohen Anteil an **nachwachsenden und möglichst CO2 neutralen Rohstoffen** zeichnen sich vorbildlich durch ihre Umwelt- und Gesundheitsverträglichkeit aus.

„Green buildings“ (Grüne, d.h. nachhaltige Gebäude), ein weltweit anerkanntes Umweltverfahren, gewinnt zunehmend an Bedeutung. Es bilanziert die Ressourceneffizienz von Gebäuden mit seinen verwendeten Bauprodukten hinsichtlich Energie, Wasser und Material, gleichzeitig sollen die schädlichen Auswirkungen auf Gesundheit und Umwelt reduziert werden.



Bild 12: Pilosith Grubenlehm

#### 1.1.4 Innenwandgestaltung mit nachhaltigen Rohstoffen

Man erwartet von **nachwachsenden Rohstoffen (nR)**, wie **Holz oder Hanf**, oder unbegrenzt verfügbaren **mineralischen Rohstoffen (mR)** wie **Lehm, Sand oder Kalk**, dass sie unsere Umwelt und die Gesundheit schonen. Sie sollten ohne unnötigen Energieeinsatz gewonnen, verarbeitet und problemlos wieder in den Naturkreislauf zurückgeführt werden können.



Bild 13: Wellwall Rohstoffabbildungen zu Putzen  
von links im Uhrzeigersinn:  
Sumpfkalk, Marmorsand, Glasgranulat, Vermiculite

### 1.1.5 Der volkswirtschaftliche Nutzen natürlicher Oberflächensysteme

Bei den Zehntausenden von Baustoffchemikalien, die in den letzten 100 Jahren entwickelt wurden, stellt sich oft erst nach Jahrzehnten die ganze Gefährlichkeit heraus. Es entstehen volkswirtschaftliche Verluste beispielsweise durch gesundheitlich erforderliche oder bauschadensbezogene Sanierungsarbeiten an Wohnungen, Schulen und Kindergärten aber auch durch Entsorgungskosten (Müllverbrennung, nachhaltige Luftverunreinigung) von Giftstoffen. Ebenso fallen Kosten für die Krankenversicherung in Folge von gefahrstoffbedingten Heilbehandlungen, Arbeitsausfällen oder Frührenten an.



Bild 14: IQUH

Damit Gebäude erst gar nicht kostspielig von Schadstoffen und Altlasten befreit werden müssen, sollten im Neubau und bei Renovierungen Materialien verwendet werden, die einen positiven Einfluss auf das Innenraumklima besitzen und Schimmelbildung, Fogging und Raumluftschadstoffe vermeiden.



Bild 15: Methner, Klaus: Sanierung eines Dämmschadens mit rein mineralischen Dämmplatten

Hierzu ist eine Volldeklaration, wie sie die Hersteller von vorbildlich gekennzeichneten Grundierungen, Putzen, Farben, Klebern, Tapeten, Holzverkleidungen usw. anbieten, unbedingt anzufordern. Beispielsweise haben sich reine Lehm- und Kalkprodukte über Jahrhunderte hinweg bewährt und sorgen für ein harmonisches und gesundes Raumklima. Lehmprodukte werden seit Jahrtausenden eingesetzt und verfügen zudem über eine optimale Umweltverträglichkeit.

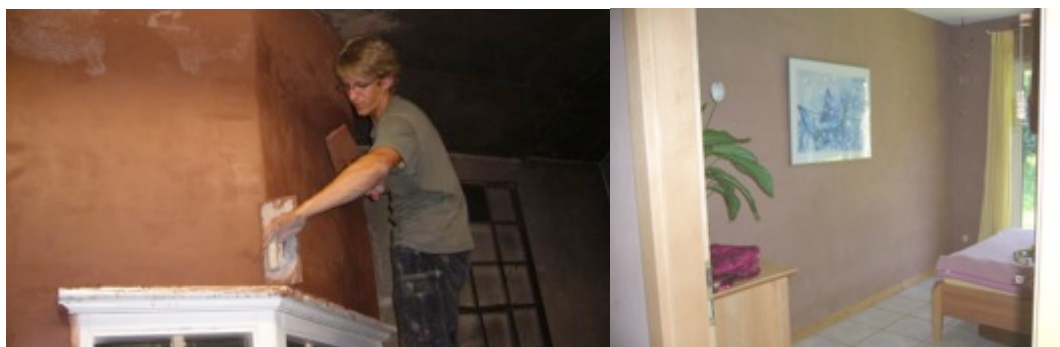


Bild 16: Pilosith Aufbringen von Lehmputz od. Lehmputz natur

## 1.2 Umweltverträglichkeit von Putzträgern, Putzen und Farben

Umweltdaten von Bauprodukten sind zuverlässige und unabhängige Quellen für eine sachliche Auswertung der Umweltbelastungen, die durch Wand- oder Deckenbeschichtungen entstehen. Hierfür werden alle benötigten Rohstoffe, Energien und Abfälle ermittelt, die aus der Natur entnommen und an die Umwelt abgegeben werden.



## 1.2.1 Energieaufwand bei der Produktherstellung

Ein quantitatives Maß für den Verbrauch an fossilen oder regenerativen Energieträgern ist der addierte Primärenergieaufwand über alle Prozessketten vom Rohstoffabbau bis zum verkaufsfertigen Produkt ab Fabrikator.

| <b>Rohstoffbasis Putze und Farben</b><br>nR = nachwachsende/tierische Rohstoffe<br>mR = mineralisch/metallische Rohstoffe<br>fR = fossile Rohstoffe | <b>Primärenergieaufwand [MJ/kg]</b><br><b>Nicht regenerierbar</b> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                     | <b>Herstellung</b>                                                |
| Kalk-Gipsputz, mR+fR                                                                                                                                | 1,9                                                               |
| Kunstharputz, mR+fR                                                                                                                                 | 17,5                                                              |
| Silikatputz, mR+fR                                                                                                                                  | 10,2                                                              |
| Kunstharpachtel, mR+fR                                                                                                                              | 11,0                                                              |
| Dispersionsfarbe, fR                                                                                                                                | 43,9                                                              |
| Silikatfarbe, mR+fR                                                                                                                                 | 26,3                                                              |

Bild 17a: IQUH-Tabelle: Primärenergiewerte/Produktion, [www.nachhaltigesbauen.de](http://www.nachhaltigesbauen.de)

| <b>Bauplatten, Putzträger, Dämmstoffe</b><br>nR = nachwachsende/tierische Rohstoffe<br>mR = mineralisch/metallische Rohstoffe<br>fR = fossile Rohstoffe | <b>Primärenergieaufwand [MJ/kg]</b> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
|                                                                                                                                                         | <b>Herstellung</b>                  |
| Kork, nR                                                                                                                                                | 7,1                                 |
| Mineralschaumplatte, mR                                                                                                                                 | 4,7                                 |
| Steinwolle, unkaschiert, mR+fR                                                                                                                          | 12,9                                |
| Mineralwolle, mR+fR                                                                                                                                     | 49,8                                |
| Polystyrol-Dämmung, fR                                                                                                                                  | 81,5                                |
| Flachsfaser, nR                                                                                                                                         | 18,9                                |
| Konstruktionsholz, nR                                                                                                                                   | 9,5                                 |

Bild 17b: IQUH-Tabelle: Primärenergiewerte/Produktion aus [www.nachhaltigesbauen.de](http://www.nachhaltigesbauen.de) , [www.ibo.de](http://www.ibo.de)

Umweltbilanzen gewichten und analysieren alle Umwelteinflüsse über den ganzen Lebenszyklus von Bauprodukten - vom Einkauf der Rohstoffe bis hin zur Abfallbeseitigung. Ziel einer Umweltbilanz (engl. auch LCA - Life Cycle Assessment, siehe Infothek „Ökobilanz“) ist es zudem, die Einflüsse, beispielsweise auf die Klimaänderung, den Ozonschichtabbau, die Versauerung von Böden und Gewässern oder die Überdüngung zu analysieren. Die UBP (gesamte Umweltbelastungszahl) quantifiziert die Umweltbelastungen durch die Nutzung von Energieressourcen, von Land und Süßwasser, durch Emissionen in Luft, Gewässern und Boden sowie durch die Beseitigung von Abfällen. Auf folgender Tabelle sind alle Umwelteinflüsse im UBP – Faktor zusammengefasst.



| BAUSTOFFE [Literatur EMPA] für Innenwände                      | Bezug  |         | UBP  |
|----------------------------------------------------------------|--------|---------|------|
|                                                                | Grösse | Einheit |      |
| <b>Mauersteine</b>                                             |        |         |      |
| Kalksandstein                                                  | Masse  | kg      | 136  |
| Leichtzementstein, Blähton                                     | Masse  | kg      | 352  |
| Leichtzementstein, Naturbims                                   | Masse  | kg      | 183  |
| Leichtlehmstein                                                | Masse  | kg      | 225  |
| Tonziegel                                                      | Masse  | kg      | 255  |
| Porenbetonstein                                                | Masse  | kg      | 290  |
| <b>Andere Massivbaustoffe</b>                                  |        |         |      |
| Gipsfaserplatte                                                | Masse  | kg      | 382  |
| Gipskartonplatte                                               | Masse  | kg      | 392  |
| Sand                                                           | Masse  | kg      | 62,1 |
| Rundkies                                                       | Masse  | kg      | 58,5 |
| <b>Putze und Farben</b>                                        |        |         |      |
| Kunststoffmörtel                                               | Masse  | kg      | 1460 |
| Zementputz                                                     | Masse  | kg      | 181  |
| Gips-/Weissputz                                                | Masse  | kg      | 159  |
| Kunststoffdeckputz                                             | Masse  | kg      | 236  |
| Lehmputz                                                       | Masse  | kg      | 58,8 |
| Wärmedämmputz (expandiertes Polystyrol)                        | Masse  | kg      | 542  |
| Acrylharzdispersion                                            | Masse  | kg      | 5020 |
| Acrylharzlack, wasserverdünnbar                                | Masse  | kg      | 4590 |
| Alkydharzlack, wasserverdünnbar                                | Masse  | kg      | 5920 |
| Alkydharzlack, lösemittelverdünnt                              | Masse  | kg      | 8840 |
| <b>Holz und Holzwerkstoffe</b>                                 |        |         |      |
| Holzwohle-Leichtbauplatte, zementgebunden                      | Masse  | kg      | 891  |
| Massivholz Fichte / Tanne / Lärche, kammergetrocknet, gehobelt | Masse  | kg      | 787  |
| Sperrholz/Multiplex, UF-gebunden, Trockenbereich               | Masse  | kg      | 3750 |
| Weichfaserplatte                                               | Masse  | kg      | 1850 |
| <b>Dichtungsbahnen und Schutzfolien</b>                        |        |         |      |
| Kraftpapier                                                    | Masse  | kg      | 3300 |
| Polyethylenfolie (PE)                                          | Masse  | kg      | 4890 |
| <b>Wärmedämmstoffe</b>                                         |        |         |      |
| Bläherlit                                                      | Masse  | kg      | 738  |
| Glaswolle                                                      | Masse  | kg      | 2270 |
| Korkplatte                                                     | Masse  | kg      | 2050 |
| Polystyrol expandiert (EPS)                                    | Masse  | kg      | 5530 |

|                                |       |    |             |
|--------------------------------|-------|----|-------------|
| Polystyrol extrudiert (XPS)    | Masse | kg | <b>8240</b> |
| Schaumglas                     | Masse | kg | <b>911</b>  |
| Steinwolle                     | Masse | kg | <b>2150</b> |
| Zellulosefasern (eingebblasen) | Masse | kg | <b>1280</b> |

Bild 18; IQUH-Tabelle, Aus: [Koordinationskonferenz der Bau- und Liegenschaftsorgane der öffentlichen Bauherren KBOB](#) - Ökobilanzwerte (<http://www.bbl.admin.ch/kbob/00493/00495/index.html?lang=de>), Publikationen 2009/1, Ökobilanzdaten im Baubereich)

Für Innenwandmaterialien sind Umweltbilanzen sehr aufschlussreich, da sie umweltproblematische Auswirkungen wie einen hohen Energieverbrauch oder gefährlicher Innenraumemissionen, aber auch vermehrte Recyclerisiken aufzeigen. Fossile Rohstoffe bergen in der Regel mehr Problempotential als sortenreine Baustoffe aus nachwachsenden oder mineralischen Rohstoffen.

### 1.2.2 Baustoffrecycling / Verhalten auf der Deponie

Seit 2007 dürfen Bauabfälle nach der TA-Siedlungsabfall (Rechtsvorschriften: Version 01/2010 Vorschriftensammlung der Landesgewerbeaufsichtsämter und Gesetz zur Neuordnung des Abfallrechts für die Bundesländer) nicht mehr gemischt abgelagert werden, wenn sie gefährliche Stoffe beinhalten.

Demnach sind folgende Pflichten für die Bauschuttentsorgung rechtsgültig:

„Zur Gewährleistung einer ordnungsgemäßen und schadlosen sowie möglichst hochwertigen Verwertung haben Erzeuger und Besitzer von Bau- und Abbruchabfällen die folgenden Abfallfraktionen, soweit diese getrennt anfallen, jeweils getrennt zu halten, zu lagern, einzusammeln, zu befördern und einer Verwertung zuzuführen - zum Beispiel:

- Beton mit Ausnahme von Beton, der gefährliche Stoffe enthält (Abfallschlüssel 17 01 01)
- Fliesen, Ziegel und Keramik mit Ausnahme von Fliesen, Ziegeln und Keramik, die gefährliche Stoffe enthalten (Abfallschlüssel 17 01 03), und Gemische aus Beton, Ziegeln, Fliesen und Keramik mit Ausnahme derjenigen, die gefährliche Stoffe enthalten (Abfallschlüssel 17 01 07).

| Bauteil                                             | Hauptbestandteile<br>nR = nachwachsende/tierische Rohstoffe<br>mR = mineralisch/metallische Rohstoffe<br>fR = fossile Rohstoffe | Recyclefähigkeit<br>+++ = vorbildliches Recycling<br>++ = befriedigendes Recycling<br>+ = problematisches Recycling<br>problematisch = unbekannt oder für die Umwelt schwer abbaubar. (z.B. Metalle, fossile Rohstoffe) |
|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tapeten mit Kunstharzanstrich                       | nR+fR                                                                                                                           | +<br>(problematisch bei unbekannten Inhaltsstoffen)                                                                                                                                                                     |
| Reinkalkputz mit Sumpfkalkanstrich oder Perlite     | mR                                                                                                                              | +++                                                                                                                                                                                                                     |
| Calcium-Silikatplatten                              | mR                                                                                                                              | +++                                                                                                                                                                                                                     |
| Gipskartonplatten mit Naturharzanstrich             | mR+nR                                                                                                                           | +++                                                                                                                                                                                                                     |
| Gipskartonplatten mit Vinyltapete und Latexanstrich | mR+fR                                                                                                                           | +<br>(problematisch bei unbekannten Inhaltsstoffen)                                                                                                                                                                     |
| Gipskartonplatten mit Flexkleber und Fliesen        | mR+fR                                                                                                                           | +<br>(problematisch bei unbekannten Inhaltsstoffen)                                                                                                                                                                     |
| Naturholz unbehandelt                               | nR                                                                                                                              | +++                                                                                                                                                                                                                     |
| Naturholz, behandelt                                | nR+fR                                                                                                                           | +<br>(problematisch bei unbekannten Inhaltsstoffen)                                                                                                                                                                     |
| Laminat, kunststoffbeschichtete Paneele             | nR+fR                                                                                                                           | +<br>(problematisch bei unbekannten Inhaltsstoffen)                                                                                                                                                                     |
| Spanplatten, Gipskartonplatten, Vinyltapete         | mR+nR+fR                                                                                                                        | +<br>(problematisch bei unbekannten Inhaltsstoffen)                                                                                                                                                                     |

Bild 19: IQUH Tabelle: Abfallregelung für den Bauschutt

Für Bauherren und Bauunternehmen wird es zukünftig schwieriger sein, Bauschutt mit kritischen oder unbekannten Inhaltsstoffen zu entsorgen. Sortenreine Baustoffe mit nur mineralischen und/oder nachwachsenden Rohstoffen sind im Sinne des Kreislaufabfallgesetzes einfacher in den Naturstoffkreislauf zurückzuführen. Auch die Verbrennung von Baumaterialien mit künstlichen und fossilen Rohstoffen ist für die Umwelt problematischer.

### 1.2.3 Lehm und Kalk ergänzen ideal die Holzbauweise

Lehmputze, Lehmausfachungen und Lehmdecken sind schon immer dafür bekannt, dass sie sehr viel aber auch schnell die anstehende Feuchtigkeit aufnehmen können ohne Schaden zu erleiden. Die anliegenden Holzbalken und Holzfachwerke werden dadurch vor Feuchteschäden, Pilzen und Schädlingen geschützt und so existieren Lehm und Holz schon seit Jahrhunderten in gesunder und beständiger Gemeinschaft.

Die Gerüche und Ausdünstungen aus Baustoffen, haben nicht nur einen unangenehmen und langanhaltenden Geruch, sie sind teilweise auch gesundheitsschädlich. Natürliche Oberflächen wie Kalk, Schafwolle, Holz oder Lehm haben die Eigenschaft Raumluftschadstoffe sogar abzubauen. Auf Grund neuerlicher Untersuchungen in

Innenräumen kommt es auch in neu errichteten Häusern aus Holz, immer wieder zu Richtwert überschreitenden Raumlufbelastungen durch Bauprodukte. Die Richtwerte vom Umweltbundesamt werden teilweise um das mehrfache überschritten.



Bild 20: IQUH Klimabox

Da auch natürliche Ausdünstungen aus Holz, Naturharzanstrichen oder Dämmstoffen austreten und in Verbindung mit mangelnder Lüftungstätigkeit zu einer Richtwertüberschreitung führen können, ist es ratsam, alle Innenraummaterialien sorgfältig auszuwählen und zu verarbeiten.



Bild 21: IQUH Messstudie: Schadstoffmessung in der Klimabox

Idealerweise sollte in Wohn- und Arbeitsräumen eine ähnliche Luftqualität vorherrschen, wie in der freien Natur. Diffusionsfähige Oberflächen aus Sumpfkalk eignen sich mit ihrem großen inneren Kapillarsystem aus mehreren Gründen für gesundheitsverträgliche Innenraumkonzepte.

Deren große innere Oberfläche lagert nicht nur Wasserdampf ein, sondern auch andere Stoffe wie Schadstoffe, Säuren, Dämpfe und Mikrostaub, entweder in Form einer Adsorption (hier: Einlagerung durch Einbindung) oder einer Absorption (hier: kapillare Aufnahme). Durch die hohe Alkalität und das CO<sub>2</sub> Aufnahmevermögen wirkt Kalk sehr gut gegen Gerüche, wie Tabak, Kleberausdünstungen und andere flüchtige organische Verbindungen aus Baustoffen, Reinigern oder bakteriellen Verkeimungsschäden. Der Effekt tritt nicht nur bei der Materialtrocknung und durch die Aufnahme von CO<sub>2</sub> (Carbonatisierung) direkt nach der Verarbeitung auf, sondern auch später mittels einer optimalen Wasserdampfregulierung (Pufferwirkung) und einer ständigen CO<sub>2</sub>- und Schadstoffaufnahme bei neuerlichem Feuchtwechsel in Kalkoberflächen.



Bild 22: Haga -Naturkalk-Technik

Eine Studie zu Innenraummessungen mit und ohne Sumpfkalkbeschichtung in einem Holzständerhaus wird in der folgenden Tabelle vorgestellt. Das Projekt wurde von der **Deutschen Bundesstiftung Umwelt** gefördert.

| Hausbeschreibung<br>Holzständerbauweise, Brettstapeldecke,<br>mit Anhydritestrich+Styropordämmung,<br>Fußbodenheizung                                                                                                                                                          | Messung 1<br>$\mu\text{g}/\text{m}^3$<br>07.09. 2007<br>OG - Schlafzimmer | Sumpfkalk-<br>beschichtung<br>1,5 mm | Messung 2<br>$\mu\text{g}/\text{m}^3$<br>27.09. 2007<br>OG - Schlafzimmer |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| <b>Holzständer-Wandaufbau</b><br>- 1,5 cm Außenputz<br>- 8 cm Holzweichfaserplatte<br>- 16 cm Holzständer m. Dämmung<br>- 2,2 cm OSB-Platte<br>- 4 cm Installationsebene m. Dämmung<br>- 2x1,25 cm Gipskartonplatten<br>- Malervlies<br>- Quarzgrund<br>- 1,5 mm Sumpfkalkputz | <b>2.718</b>                                                              |                                      | <b>189</b>                                                                |
| <b>Richtwerte:</b>                                                                                                                                                                                                                                                             | Baubiol. Optimaler Wert < 100                                             | Seifert (BGA)<300                    | Umweltbundesamt Richtwert < 1.000                                         |

Bild 23: IQUH Praxisstudie 2007-2009: Projektpartner Fa. WellWall, Mannheim, Fa. Competenza, Nürnberg

Die schadstoffreduzierende Eigenschaft von Sumpfkalk um **93 %** konnte in dieser Praxisstudie mit Raumlufthesswerten hinsichtlich der leichtflüchtigen organischen Verbindungen und Aldehyden belegt werden.



Bild 24: Messung (Fa. Competenza)

## 1.3 Vorschriften und Normen zu Oberflächen

Es gelten nationale Normungen und Vorschriften für öffentliche Gebäude. (z.B. medizinischen Bereich, Sanitärbereich, Lebensmittelbereich etc.). Diese sind zu prüfen, da dort eine hohe Abriebfestigkeit und Wischbeständigkeit gefordert wird. Man muss jedoch gleichzeitig bedenken, dass man von solchen Oberflächen keine optimierten raumklimatischen Eigenschaften mehr erwarten kann. Deshalb raten wir dringend auch in

Krankenhäusern, Schulen oder Kindergärten die Oberflächen, die nicht zwingend mit wischfesten Farben gestrichen werden müssen, nur mit solchen Farb- und Putzsystemen auszustatten, die nachhaltig das Raumklima verbessern.

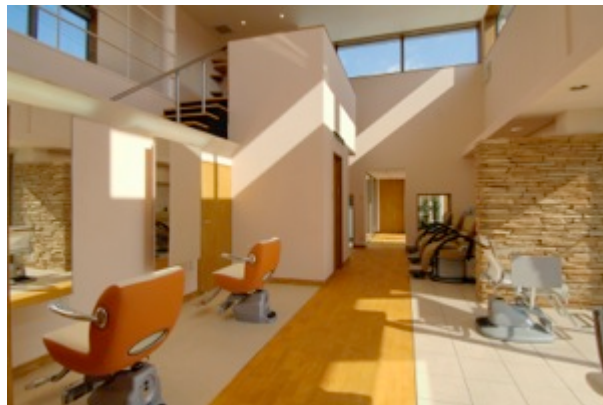


Bild 25: Kreidezeit Marmorfaserputz

Beispielsweise benötigen reine Kalkfarben keine problematischen Flammschutz- oder Konservierungsmittel, weil sie als nicht brennbar eingestuft sind und wegen der hohen Alkalität nicht verkeimen können.

## 1.4 Testverfahren, Label und Produktzertifikate

### **Bieten Produktlabel für Putze und Farben einen ausreichenden Verbraucherschutz?**

Prüfverfahren wie der „Blaue Engel“, ÖKO-TEST, Stiftung Warentest oder das Naturplus-Label sind Prüf- und Bewertungszeichen und helfen dem Verbraucher, sich grob auf dem Markt zu orientieren. Zusätzliche Produktinformationen über Rohstoffherkunft, feuchteregulierende Eigenschaften oder zu in Tests nicht aufgeführten Risikostoffanteilen sind beispielsweise für die Gestaltung eines Kinderzimmers hilfreich. Eine Kaufentscheidung zugunsten einer unbedenklichen Wandfarbe sollte, vor allem bei Allergikern, auch von den genauen und vollständigen Inhaltsstoffangaben des Herstellers abhängig gemacht werden.





Bild 26: Auro Kinderzimmer

Vollständige Inhaltsstoffangaben der Hersteller sind Wegweiser für Konsumenten, die umwelt- und gesundheitsverträglicher einkaufen möchten. Die Umweltbilanzdaten von Produkten für die Innenwandkonstruktionen sind entweder aus mineralischen, synthetischen und/oder nachwachsenden Rohstoffen unter Berücksichtigung der internationalen Normen (DIN EN ISO 14040 ff) für Qualitätsmanagement. Nur mit allen Inhaltsstoffangaben lassen sich Umweltbilanzen für Bauprodukte erstellen oder deren Energieverbrauch bei der Herstellung errechnen. Mit Hilfe dieser Informationen über alle Inhaltsstoffe können selbst Allergiker besser ihren Wunschbelag auswählen. Zudem sind diese Informationen wichtig für die HAUSBAUAKTE, ein Archivierungssystem für Gebäudeeigentümer.

## 2 Schöne und behagliche Innenräume

Nur bei sorgfältiger Auswahl der Produkte und nach gewissenhafter Einhaltung physikalischer Erfordernisse bleiben Innenwandbeschichtungen für eine lange Nutzungszeit erhalten, belasten nicht die Gesundheit sondern wirken zudem noch präventiv gegen Schimmel- und Feuchteschäden.



Bild 27: Lesando Lehmoberflächen

### 2.1 Rohstoffe und ihre Umwelt- und Gesundheitsverträglichkeit

#### 2.1.1 Hauptbestandteile von innenliegenden Dämmmaterialien

Auf Grund der vielen Feuchte- und Schimmelschadensfälle in den vergangenen Jahren ist man zu der Erkenntnis gelangt, dass das schnelle und preiswerte Bauen und Renovieren nicht immer die langfristig gute Entscheidung ist. Im Innenbereich wurden die letzten Jahrzehnte oftmals Gipskartonplatten oder Tapeten mit unterschiedlich starken Dämmunterlagen aus Styropor auf den Außenwänden innenseitig verarbeitet.

| Putzträgerplatten              | nR = nachwachsende/tierische Rohstoffe<br>mR = mineralisch/metallische Rohstoffe<br>fR = fossile Rohstoffe | Gesundheitsverträglichkeit<br>+++ = vorbildliches Dämmstoffsystem<br>++ = befriedigendes Dämmstoffsystem<br>+ = dämmender, preisgünstiger aber problematischer Baustoff |
|--------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Lehmbauplatten                 | Lehm mR, Pflanzenfasern nR                                                                                 | +++                                                                                                                                                                     |
| Holzwoleleichtbauplatten       | Zement mR, Holzspäne nR                                                                                    | +++                                                                                                                                                                     |
| Calcium Silikatplatten         | Kalk mR, Silikat, mR                                                                                       | +++                                                                                                                                                                     |
| Kalkdämmputz                   | Kalk mR, Perlite mR                                                                                        | +++                                                                                                                                                                     |
| Korkplatten                    | Kork, nR                                                                                                   | ++                                                                                                                                                                      |
| Holzweichfaserplatten          | Holzfasern nR, organische Bindemittel nR+fR,                                                               | ++                                                                                                                                                                      |
| Schilfrohrplatten geschraubt   | Schilf nR, Metallgeflecht mR                                                                               | +++                                                                                                                                                                     |
| Mineralfaserplatten            | Glas- u. Mineralfasern mR, organische Bindemittel fR,                                                      | ++<br>(mit Kalkbeschichtung)<br>+<br>(mit Gips- oder Kunstharzbeschichtung)                                                                                             |
| Styroporplatten                | Kunststoff fR                                                                                              | +<br>(mit Gips- oder Kunstharzbeschichtung)                                                                                                                             |
| Gipskartonplatten mit Styropor | Kunststoff fR, Gips mR, Papier nR                                                                          | +<br>(mit Gips- oder Kunstharzbeschichtung)                                                                                                                             |
| Tapeten mit Styropor           | Papier nR, Kunststoff fR                                                                                   | +                                                                                                                                                                       |

Bild 28: IQUH Tabelle: Bewertungsschema für Dämmstoffe innen

Es gibt von fast allen gängigen Dämmaufbausystemen für Innen auch Varianten aus mineralischen oder nachwachsenden Rohstoffen mit guten Schall-, Wärme-, Umwelt- und Gesundheitsschutzeigenschaften und einem hervorragenden Feuchteaustauschverhalten.

## 2.1.2 Innendämmung – eine gute Kompromislösung

Innendämmungen werden weniger im Neubaubereich, sondern vor allem im Albau- oder Sanierungsbereich durchgeführt.



Bild 29: Pilosith - Lehmputzträgerplatte auf OSB im Holzbau

Auf Grund schwitzender Betonwände im Kellerbereich sind Kalkdämmputze auf den Innenseiten der Außenwände klimaregulierend und sie entziehen Verkeimungsschäden die Wachstumsgrundlage.



Bild 30: Wellwall Dämmaufbau Kalkleichtputz

Innendämmungen stellen einen Kompromiss zum Vollwärmeschutz auf der Außenseite dar. Diese Variante ist nicht die optimale Lösung, ist manchmal aber nicht zu umgehen, z.B. wenn die Außenfassade denkmalgeschützt ist oder wenn aus finanziellen Gründen eine weniger aufwändige Dämmung gewünscht wird. Reine Kalk- oder Lehmleichtputze mit Perlite oder Blähglasgranulat sind hierfür gut geeignet. Ein ungemütliches Klima oder Zugluft durch Wärmebrücken kann damit vermieden werden.

Zur Austrocknung neu verputzter Wände genügt das Heizen des gesamten Hauses alleine nicht; es muss zugleich gründlich durchlüftet werden, besonders dann, wenn Baumaterialien

mit hohem Wassergehalt verwendet wurden. Es ist sinnvoll, Thermometer und Hygrometer zu Hilfe zu nehmen. Empfehlenswert ist es, einen Neubau wenigstens einen Winter lang austrocknen zu lassen (heizen und lüften), bevor man einzieht. Andernfalls ist der Einsatz von Trocknungsgeräten zu empfehlen.

### 2.1.3 Hauptbestandteile von Putzen und Farben

Die Bestandteile, aus denen Farben, Putze und Dämmstoffe hergestellt werden, lassen sich grob in folgende Gruppen einteilen:

- nachwachsende Rohstoffe (z.B. Holz, Papier, Naturfasern, tierische Rohstoffe)
- fossile Rohstoffe (z.B. Kunstharz, Kunststoff, Woll- u. Flammenschutzmittel, Bindemittel)
- mineralische/metallische Rohstoffe (z.B. mineralische Füllstoffe, Trockner, Farbpigmente)

| Grund- u. Oberputze    | Inhaltsstoffbasis > 1 %<br>nR = nachwachsende/tierische Rohstoffe<br>mR = mineralisch/metallische Rohstoffe<br>fR = fossile Rohstoffe | Feuchte- und Schimmelprävention<br>+++ = sehr gutes Feuchteausgleichsverhalten<br>++ = durchschnittliches Feuchteausgleichsverhalten<br>+ = geringes Feuchteausgleichsverhalten |
|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kalk- und Sumpfkalk    | Rein mineralisch                                                                                                                      | +++                                                                                                                                                                             |
| Lehm                   | Rein mineralisch                                                                                                                      | +++                                                                                                                                                                             |
| Silikat o. Dispersion  | Rein mineralisch                                                                                                                      | +++                                                                                                                                                                             |
| Silikat mit Dispersion | mR, kunststoffvergütet+Hilfsstoffe                                                                                                    | ++                                                                                                                                                                              |
| Kalk/Zement            | mR, kunststoffvergütet+Hilfsstoffe                                                                                                    | ++                                                                                                                                                                              |
| Kalk/Gips              | mR, kunststoffvergütet+Hilfsstoffe                                                                                                    | ++                                                                                                                                                                              |
| Kunstharzputze         | fR/mR, kunststoffvergütet+Hilfsstoffe                                                                                                 | +                                                                                                                                                                               |

Bild 31: IQUH Tabelle: Feuchteausgleichsverhalten Innenputze

Oberflächenbehandlungen mit diffusionshemmenden Lacken und Farben (auch Ölfarben, Dispersionsfarben) oder das Ankleben von Tapeten mit Kunstharzleim würde die Hygroskopizität der Wände und Decken mindern. Ein besonders gutes Feuchteausgleichsverhalten haben anorganische und alkalische Kalkoberflächen.

### 2.1.4 Herstellungsprozess von Putzen und Farben

Die Herstellung von natürlichen Putzen und Farben basiert beispielsweise auf nachwachsenden Rohstoffen wie Holz/Papier, Papier, Kork, Naturlatex oder Naturfasern wie Baumwolle oder Hanf und mineralischen Mehlen aus Kaolin, Kalk, Silikaten, Gesteinsmehlen, Mineralpigmenten oder Kreide. Die Herstellung umfasst im Wesentlichen einfache mechanische Prozesse wie Mahlen, Sieben, Reinigen oder Erhitzen.



Bild 32: Wellwall, Sumpfkalk- Becken

Komplizierter ist die Herstellung von Hilfsstoffen. Diese sind oft Stoffgemische und können teilweise aus fossilen Rohstoffen (Erdöl) stammen und bergen Risiken sowohl bei der Herstellung der Rohstoffe (Kunststoffe, Kunstharze, Kunstfasern) als auch bei der Verarbeitung, Nutzung, Renovierung oder Entsorgung. Zudem ist Erdöl endlich und wird daher immer kostbarer. Wo möglich, sollte es zukünftig ersetzt werden.

## 2.2 Baustoffkunde

### 2.2.1 Die Inhaltsstoffgruppen

Durch die Verwendung von Hilfsstoffen sollen die technischen Eigenschaften, wie Wischbeständigkeit und Abriebfestigkeit, verbessert werden oder sie sollen die Verarbeitung erleichtern.

| <b>Rohstoffe in Putzen und Farben nach der Funktion</b>                                                                                                                                                                                                                                            | <b>Stoffbasis</b><br>nR = nachwachsende/tierische Rohstoffe<br>mR = mineralisch/metallische Rohstoffe<br>fR = fossile Rohstoffe                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>Bewertung:</b><br>+++ = vorbildliche Eigenschaften<br>++ = gute Eigenschaften<br>+ = gute technische Eigenschaft, problematische Auswirkung |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Bindemittel</b><br><br>Sie gewährleisten die Haftung und Abriebbeständigkeit.                                                                                                                                                                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kasein nR aus Pflanzenstärke</li> <li>• Kasein nR aus Milcheiweiß</li> <li>• Naturharz nR aus Flachslein, Baumharz, Pflanzen</li> <li>• Leim aus Tierabfällen nR</li> <li>• Leim aus Holz/Zellulose nR</li> <li>• Kalk mR aus Gestein</li> <li>• Silikat mR aus Sand</li> <li>• Kunstharze fR aus Erdöl</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | ++<br>++<br>++<br>++<br>++<br>+++<br>+++<br>+                                                                                                  |
| <b>Zuschlagsstoffe</b><br><br>Sie bilden in den Putzen selbst den größten Bestandteil.                                                                                                                                                                                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gekörnte natürliche Steine u. Sande mR</li> <li>• Künstliche organischen. Anteile fR</li> <li>• Kunststoffgranulate fR</li> <li>• Granulierter Kork nR</li> <li>• Perlite mR</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | +++<br>+<br>+<br>+++<br>+++                                                                                                                    |
| <b>Füllstoffe</b><br><br>Sie verbessern die Plastizität und damit die Verarbeitbarkeit und Anhaftung der Mörtel und Beschichtungsstoffe. Sie verdichten die Struktur durch Ausfüllen der Hohlräume zwischen größeren Zuschlagstoffen.                                                              | Quarzmehl, Kieselerde, Glimmer, Schiefermehl, Kalksteinmehl, Marmormehl, Leichtspatmehl aus mR.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | +++                                                                                                                                            |
| <b>Zusatzstoffe</b><br><br>Dazu gehören alle Stoffe, die ein dichteres Gefüge, erhöhte Haft-, Zug- und Schwingfestigkeit und Färbungsverbesserung bewirken.                                                                                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erdpigmente mR</li> <li>• Farbstoffe mR/fR</li> <li>• Tier-, Textil oder Pflanzenfasern nR (Holz-, Kokos- und Sisalfasern, Riedgras, Schilf und Stroh)</li> <li>• Kunststoffe fR.</li> <li>• Glas/Schlacke/Gesteinsfasern mR</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | +++<br>+<br>++<br>+<br>++                                                                                                                      |
| <b>Zusatzmittel/technische Additive</b><br><br>Sie beeinflussen durch chemische oder/und physikalische Wirkung die Eigenschaften des Mörtels, z.B. den Luftporenraum, die Erstarrungszeit und die Frostbeständigkeit, oder die des Putzes, z. B. die Wasserabweisung oder Wasserundurchlässigkeit. | <p><b>Erstarrungsbeschleuniger</b> handelt es sich meist um Chloride oder um Eisensulfat und Natriumcarbonat -Soda.</p> <p><b>Verzögerer</b> sind z.B. Kupfersulfat, Kupferchlorid, Borax und Phosphorsäure.)</p> <p><b>Frostschutzmittel</b> (zugesetzt werden z.B. Calciumchlorid- oder Natriumchloridlösungen, Glycerin oder Glykol. Vorsicht: Chloride können Ausblühungen verursachen).</p> <p><b>Luftporenbildner</b> sollen eine erhöhte Wärmedämmfähigkeit und Frostbeständigkeit bewirken.</p> <p><b>Dichtungsmittel</b> erhöhen durch porendichte oder wasserabweisende Wirkung den Widerstand des Putzes gegen das Eindringen von Wasser. Zusatz von 1 bis 2 % Leinöl oder Schmierseife nR oder von 2 bis 3% des alkalibeständigen Acrylat-Dispersionsbindemittels fR, Metallstearaten und Fluoriden besteht.</p> | ++<br>++<br>+<br>+<br>+                                                                                                                        |



|                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| <b>Anmachwasser</b>                                                                                                                                                                | Geeignet ist jedes Wasser mit Trinkwasserqualität.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | -                                             |
| <b>Putznachbehandlung</b><br><br>Durch Fluatieren können Salze von Wasserflecken gebunden, alkalisch reagierende Putzoberflächen neutralisiert und Schimmelpilze abgetötet werden. | Kalkwasser, Barytwasser, Kaliumwasserglas, saure Fluatlösungen, z.B. Magnesiumsulfat, bilden mit Calciumhydroxid oder/und Calciumcarbonat kalkhaltiger Putze chemisch resistente Fluoride und Kieselgel.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | +++                                           |
| <b>Sonstige Hilfsstoffe</b>                                                                                                                                                        | <p><b>Glutininleimlösung</b> (Knochen- oder Hautleim nR), verdünnt mit einem Zusatz von etwa 5% Alaunlösung, die den Leim irreversibel aushärtet,</p> <p><b>Kieselsäureester</b> werden am häufigsten zur Putzfestigung eingesetzt. Es sind Verbindungen der Kieselsäure mit Alkoholen, die nach dem Einlassen in die Putzhohlräume durch Hydrolyse und Kondensationsreaktionen unter Abspaltung von Alkohol hochmolekulares Siliciumdioxid bilden.</p> <p><b>Polymerisatharze</b>, hauptsächlich Lösungen der Acrylharze, dienen oft als Einlassgrund bzw. Grundanstrich für mineralische Putze, die Dispersionsfarbenanstriche oder einen Kunstharzputz erhalten sollen.</p> <p><b>Silikon-Bautenschutzmittel</b> wie siliziumorganische Verbindungen dienen der Wasserabspernung. (Siliconharze, Silane und Siloxane)</p> <p><b>Harzlösungen</b>, z.B. Acryl- und Epoxidharz, Silikonkautschuk- und für Gipsputz Schellacklösungen verwendet man zur wasserundurchlässigen Beschichtung (Versiegelung) von Putzen, die durch aggressives Spritzwasser beansprucht werden.</p> | <p>++</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> |

Bild 33: IQUH Tabelle: Hilfs- und Zusatzstoffe und ihre Verwendung

Grundsätzlich können immer Zuschlagstoffe oder Hilfsstoffe in allen Farb- und Putzsystemen und Grundierungen vorhanden sein. Die Auswirkungen von Zuschlagstoffen in Höhe von ca. 0,5% und mehr können gravierend sein, da sie dann großflächig auf Innenraumwänden/decken aufgebracht werden und deshalb für die Schadstoffbelastung in der Raumluft oder eine feuchtebremsende Wirkung bedeutend sind.

## 2.2.2 Die Wirkung der Farben

Neben der Wirkung von Baustoffen auf die Umwelt und die Gesundheit haben gefärbte Wandfarben auch eine feinstoffliche, optische und seelische Wirkung und können Gefühle konditionieren oder anregen. Auch sonstige optische Wahrnehmungen wie Struktur (Licht-Schatten-Wirkungen), Glanz, Rauigkeit erzeugen eine Wirkung beim Betrachten von verschiedenen Oberflächen. Deshalb sollte man die Farbgestaltung für Räume, in denen man sich häufig aufhält, genau überlegen, damit sie auch zum Bewohner passt.



Bild 34: Casanatura24.de Färbemittel

## **Farbwahrnehmung**

Farbeindrücke entstehen durch den visuellen Reiz in Farbrezeptoren, so wie der mechanische Reiz durch Druck oder Rauheit hervorgerufen wird. Farbe ist nicht die Eigenschaft des gesehenen Lichtes (Farbreiz), sondern das subjektive Empfinden der elektromagnetischen Wellen zwischen 380 und 780 nm. Das entspricht der Farbenergie zwischen 385 und 800 THz.



Bild 35: Auro Einfärben

## **Psychologische und therapeutische Wirkung**

Reizt Licht eines bestimmten Lichtspektrums das Auge, hat das außer der einfachen Sinnesempfindung komplexere und farbspezifische psychologische Wirkungen im Zentralnervensystem.

Bei Menschen desselben Kulturkreises bestehen durch Tradition und Erziehung viele Gemeinsamkeiten, aber es bestehen auch individuelle Unterschiede. Solche seelischen

Wirkungen der Farbwahrnehmung werden für Effekte bei der künstlerischen Gestaltung von Gebäuden und Räumen genutzt. Dabei helfen psychologische Farbtests eine angestrebte Wirkung zu erreichen. Farbempfindung wirkt genauso wie andere Reize auf die Psyche ein. Farben wirken auf vielfältige Weise. Farben sind Schwingungen, die sowohl auf den Körper als auch auf die Psyche wirken. Sie haben somit einen großen Einfluß auf unser Wohlbefinden und unser Lebensgefühl.

Für die Tatsache, daß Farben als Energiestrahlung vom menschlichen Körper deutlich wahrgenommen werden, erbrachte der Begründer der Lichttherapie, Professor Nils Finsen, den Beweis. Für seine Forschungsarbeit über Licht und Farben erhielt er 1903 den Nobelpreis für Medizin. Er hatte nachgewiesen, daß Farben selbständige Kräfte sind. Seine Versuche haben bewiesen, daß Farbschwingungen, die auf den menschlichen Körper treffen, diesen zu positiven oder negativen Reaktionen veranlassen.

### 2.2.3 Farbmittel

**Farbmittel** ist nach DIN 55943 die Sammelbezeichnung für alle farbgebenden Stoffe. Farbmittel werden einerseits nach ihrer chemischen Struktur in anorganische (mineralisch/metallisch) und organische (fossil oder pflanzlich/tierisch) Farbmittel eingeteilt. In beiden Gruppen kann nach der Herkunft in natürliche und synthetische oder, nach der Farbqualität in weiße, bunte und schwarze Farbmittel, sowie in Effekt- und Leuchtfarbmittel gegliedert werden. Anorganische Farbmittel sind mineralische Pigmente aber auch mit organischen Hilfsstoffen gemischt. Die organischen Farbmittel werden nach ihrer Löslichkeit im jeweiligen Anwendungsmedium in unlösliche Pigmente oder lösliche Farbstoffe unterteilt.

**Pigmente** sind im Anwendungsmedium unlösliche Farbmittel. Es wird mit hochechten Pigmenten eingefärbt, wenn eine hohe Beständigkeit gefordert wird. Aufgrund des Vorliegens als Partikel besitzen Pigmente eine höhere Stabilität als Farbstoffe.

**Farbstoffe** sind in Wasser oder organischen Lösungsmitteln *löslich*. Der Einsatzzweck der genutzten Lösungsmittel ist dabei entscheidend.

#### Farbstoffe und Pigmente

nR = nachwachsende/tierische Rohstoffe  
mR = mineralisch/metallische Rohstoffe  
fR = fossile Rohstoffe

#### Färbepflanzen und Pigmentherkunft

#### Nachhaltigkeit, Umwelt- und Gesundheitsschutz

+++ = vorbildlicher Rohstoff  
++ = befriedigende Eigenschaften

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                     | + = problematisch aber technisch hochwertig                                                                                                                                                                                                    |
| <p><b>Organische Farbstoffe aus Pflanzen oder Tieren</b></p> <p><b>Farbstoffe</b> sind chemische Verbindungen, die beispielsweise von Tieren produziert werden, wie Purpur aus der Purpurschnecke und Karmin aus der Cochenille-Schildlaus. Farbstoffe können auch von Pflanzen produziert werden wie beispielsweise Indigo, Chlorophyll, Crocetin aus Krokussen (Safran) oder Carotin aus der Karotte.</p> <p>Im Mittelalter begann man in Europa, Färbepflanzen auf Feldern anzubauen. Die wichtigsten Pflanzen waren dabei Färberwaid für Blau, Färberkrapp für Rot und Färberseide für Gelb.</p> <p>Nur wenige genügen den heutigen Anforderungen bezüglich Wirtschaftlichkeit, Qualität (zum Beispiel Waschbarkeit, Lichtechtheit), biologischer Verfügbarkeit und färbetechnischem Verhalten. Insgesamt sind etwa 150 Pflanzenarten bekannt, die dem Menschen Farbstoffe liefern. Seit dem 19. Jahrhundert gelang es, Farbstoffe synthetisch herzustellen. Dadurch wurden pflanzliche Farbstoffe zum Färben von Geweben aus Naturfasern zurückgedrängt.</p> |  <p>Saflorpflanze für Farbstoff</p>               | <p>+++</p> <p>Pflanzenanbau ohne Monokulturen schont die Umwelt und hilft CO2 abzubauen. Mit Färbepflanzen hergestellte Teppiche oder Korkfärbungen sind vorbildlich in der gesundheitlichen Verträglichkeit.</p>                              |
| <p><b>Organische Farbstoffe</b> aus fossilen Rohstoffen wurden anfangs wegen des aus Steinkohlenteer gewonnen Anilins auch Teerfarbstoffe genannt. Die größte Gruppe sind die Azofarbstoffe. Zusätzlich gibt es aus Erdöl die Säurefarbstoffe, Beizenfarbstoffe mit Metallsalzen, Dispersionsfarbstoffe, Kupplungsfarbstoffe, basische Farbstoffe, Küppenfarbstoffe, Metallkomplexfarbstoffe, Pigmentfarbstoffe u.a..</p> <p>Seit ca. 100 Jahren werden aus fossilen Rohstoffen Farbstoffe hergestellt, mit guter Lichtbeständigkeit und einer intensiven Farbigkeit. Sie sind in allen Bindemitteln einsetzbar.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  <p>Schwerspat<br/>+ organische Hilfsstoffe</p>  | <p>+</p> <p>Unbekannte Hilfsstoffe wie kanzerogene Amine, Anthrachinone, Dioxazine, Indigoide, Nitrosäuren, Phthalocyanine, Naphthaline/-Anthrazene/-Schwefel, Triphenylmethanfarbstoffe möglich.</p>                                          |
| <p><b>Natürliche Pigmente</b></p> <p>Pigmente sind schwer- oder unlösliche Mineralien oder Metalle. Natürliche Pigmente werden aus der Natur und ohne weitere chemische Umstrukturierung verwendet. Hinsichtlich chemisch veränderter organischer Pigmente gilt, dass sie aufgrund ihrer schweren Löslichkeit ein erhöhtes Risiko für Mensch und Umwelt darstellen. Gesundheitliche Bedenken ergeben sich vornehmlich aus ihrem Staubcharakter (Feinstaub). Schon seit den steinzeitlichen Höhlenmalereien sind metallisch/mineralische Pigmente bekannt, die bis heute im Gebrauch sind. Sie sind höchst lichtecht und in Kalk, Zement, Silikat, Acryl, Kasein und Öl anwendbar.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  <p>Odenwälder Rotocker,<br/>Pigment</p>        | <p>+++</p> <p>Oberflächenfärbungen mit natürlichen Mineral- und Metallpigmenten aus dem Erdreich und chemisch unverändert angewendet schonen die Gesundheit und die Umwelt. Geprüft auf Verunreinigungen wie schädliche Schwermetalle etc.</p> |
| <p><b>Synthetisierte Pigmente</b></p> <p>Organische Pigmente gelten als biologisch praktisch nicht abbaubar. Da Pigmente im Zwischen- oder Endprodukt unter Verwendung von Dispergiermitteln, Bindemitteln, Lösemitteln und/oder dergleichen eingesetzt werden, sind gegebenenfalls toxikologische Emissionen aus diesen Stoffen zu berücksichtigen. Industriell hergestellte metallisch/mineralische Pigmente sind höchst lichtecht und in allen gebräuchlichen Bindemitteln einsetzbar.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  <p>Künstliches Pigment,<br/>Ultramarinblau</p> | <p>++</p> <p>Oft unbekannte Zusammensetzung, geprüft auf Verunreinigungen wie schädliche Schwermetalle etc.. Chemische Hilfsstoffe und Bindemittel sind zu beachten.</p>                                                                       |

Bild 36: IQUH Schulungstabelle Farbstoffe- Bilder von der Fa. LIVOS, Emern und Kalkmanufaktur, Mannheim

## 3 Das Raumklima

### Das Raumklima wird von folgenden Faktoren beeinflusst:

- Temperaturschwankungen zwischen innen und außen,
- Schadstoff- und CO<sub>2</sub> Anteil, Ozon, Gerüche von Außen,
- Witterungseinfluss beim Lüften (Jahreszeit-bedingte Trockenheit oder Feuchte),
- Kapillare Feuchtepufferung und eine optimale Raumlufftfeuchte zwischen 40-60 %,
- Raumlufftbewegung oder Luftzug im Treppenhaus,
- Strahlungswärme (Sonne, Ofen) und Heizungsart (Wand- oder Fußbodenheizung),
- Undichtigkeiten (Ventilation, Diffusion, Fensterlüftung) der Gebäudehülle,
- feuchtebremsende Oberflächenmaterialien und
- elektrostatische Aufladungen.

## 3.1 Feuchteausgleichswirkung von Raumboberflächen

Darunter versteht die Fähigkeit eines Stoffes, überschüssige Raumfeuchte (Kochen, Baden, Lüftungsmangel) aufzunehmen und wieder an die Raumlufft abzugeben. Vereinfacht kann diese Fähigkeit mit der Funktionsweise eines Schwamms verglichen werden.

| Feuchtequellen                      | Verdunstungsmengen<br>g/Zeit |
|-------------------------------------|------------------------------|
| Wohnung wischen                     | 1.000-3.000 g/Tag            |
| Aquarium                            | 40 g/h/m <sup>2</sup>        |
| Kochen, Backen                      | 600-1.500 g/Tag              |
| Duschen 1 malig                     | 600-800 g                    |
| Vollbad 1 malig                     | 1.000-1.500 g                |
| Wäsche waschen ca. 5 kg, schleudern | 50-200 g                     |
| Wäsche trocknen                     | 50-1.250 g                   |
| Blumen/Topfpflanzen                 | 5-20 g/h                     |
| Mensch in Ruhe                      | 40 g/h                       |
| Mensch aktiv                        | 40-300 g/h                   |
| Kleidung von außen, Winterkleidung  | 200-700 g/Tag                |

Bild 37: IQUH Tabelle 2009: Feuchtequellen in Innenräumen

Für das Raumklima ist es wichtig, dass genügend große Flächen aus feuchtepuffernden Materialien vorhanden sind, gleichzeitig dürfen sie aber das Wasser nicht zu lange zurückhalten, was wiederum die Gefahr einer Schimmelbildung erhöhen würde. Solche Oberflächen sorgen für eine ausgeglichene Luftfeuchte auch bei massivem Auftreten von Wasserdampf nach dem Duschen.



Bild 38: Lesando Lehmoberflächen im Bad ODER Claytec Lehmoberflächen im Bad

Die Tatsache, dass in vielen neueren Gebäuden eine viel zu niedrige Luftfeuchte (ca. 20 – 30%) herrscht, ist neben der Art der Lüftung und der Heizung mit der üblichen Überwärmung nicht zuletzt auf zu geringe Feuchtepufferung in Wänden und Decken, Fußböden und Möbeln zurückzuführen.

Vorsicht! Auch natürliche Putze oder Farben können mit unerwünschten oder gesundheitsgefährdenden Hilfsstoffen ausgerüstet sein. Immer beliebter werden Kunststoff- und Nanohilfsstoffe, die zwar die Verarbeitung und die Oberflächenhärte verbessern können, aber gleichzeitig die Dampfdurchlässigkeit verringern.

**Sehr feuchteausgleichend sind in erster Linie offenporig beschichtete oder unbehandelte Oberflächenmaterialien aus**

- Holz
- Kalk- oder Sumpfkalk
- Lehm,
- Naturstein oder Terracotta,
- Papier- oder Raufasertapeten (Raufasertapeten müssen überstrichen werden),
- Naturfaser-, Zellulose- oder Baumwollputze

Bekanntlich ließ man früher die Neubauten – soweit nicht aus Holz – mindestens ein Jahr lang austrocknen, bevor sie bewohnt wurden. Reiche Leute konnten es sich leisten, ihre Häuser sogar bis zu vier Jahre lang „trocken wohnen“ zu lassen. Aus Erfahrung wusste man, dass Neubaufeuchte Krankheiten und Beschwerden hervorrufen kann, besonders Erkältungen, Rheuma, Ischias, Asthma, Nierenleiden, Tuberkulose. Heute achtet niemand



mehr auf eine naturgemäße Austrocknung des Baukörpers. Bei heutiger Bauweise werden in ein massives Einfamilienhaus bis zu 40.000 Liter Wasser (Betonkeller, Betondecken, Mörtel, Putz, Estrich u.a.) „eingebaut“, das zum großen Teil verdunsten muss.

### 3.1.1 Wohlfühltemperatur

Gemeinhin sind folgende empfohlene Temperaturen gemäß der Norm für Innentemperaturen in der DIN 4701-2 Tab. 2 geregelt:

| Ort                 | Temperaturbereich |
|---------------------|-------------------|
| Treppen & Flure     | 12 - 14 °C        |
| Diele, Flur beheizt | 15 °C             |
| WC                  | 16 °C             |
| Schlafen            | 16 - 18 °C        |
| Küche               | 18 °C             |
| Kinder              | 20 - 22 °C        |
| Essen & Wohnen      | 20 °C             |
| Bad                 | 23 - 24 °C        |

Bild 39: IQUH- Tabelle: Wohlfühltemperatur

Die Wohlfühltemperatur muss jeder für sich selbst festlegen, dafür gibt es keine Norm und auch keine Empfehlung, denn sie hängt stark von der Tätigkeitsart im Gebäude und von angenehm hohen Oberflächentemperaturen aller Raumseiten ab.

#### Mietrechtliche Betrachtung zur Temperatur:

Ist die Wohnung an eine zentrale Sammelheizung angeschlossen, ist der Vermieter verpflichtet, mindestens während der üblichen Heizperiode vom 01. Oktober bis zum 30. April die Mietwohnungen von 6.00 Uhr morgens bis mindestens 23.00 Uhr abends so mit



Heizwärme zu versorgen, dass folgende Temperaturen in den Räumen erreicht werden können:

|                             |       |
|-----------------------------|-------|
| Wohn-, Schlafzimmer, Küche: | 20° C |
| Badezimmer, Duschraum:      | 22° C |
| Diele, Flur usw.:           | 15° C |

Erfahrungsgemäß haben Vermieter mit gut gedämmten Stein- oder Holzhäusern wenig Probleme damit, die oben genannten gesetzlich geforderten Temperaturen zu gewährleisten und unangenehme Wärmebrücken auf Außenwänden zu vermeiden.

### 3.1.2 Elektrostatik

Bekannte Beispiele für Experimente mit Reibungselektrizität sind: Bernstein / Wolle oder Polystyrol / synthetische Textilien. Die Aufladung durch Reibungselektrizität führt unter anderem auch zu Spannungen (Potenzialdifferenzen)

- beim Kämmen zwischen Kamm und Haar,
- beim Gehen in Räumen mit Auslegware zwischen dieser und den Schuhsohlen, also zwischen der die Schuhe tragenden Person und der Erde,
- zwischen Kleidungsstücken sowie zwischen Kleidung und textilbespannten Sitzen (zum Beispiel Autositzen).

Reibungselektrizität tritt z. B. beim Laufen über einen Teppichboden auf, wobei ein Mensch aber auch der Hausstaub in der Luft auf ca. 30.000 V aufgeladen werden kann. Elektrostatische Ladungen und deren Feldstärke können mit einem Feldmeter ermittelt werden und die Messwerte sind stark von der Raumluftfeuchte abhängig.

Im Winter, bei trockener Raumluft steigt die Elektrostatik erfahrungsgemäß an.

| Materialart                                                     | Elektrostatische<br>Oberflächenspannung<br>V<br>(je nach rel. Luftfeuchte) | Materialart                                         | Elektrostatische<br>Oberflächenspannung<br>V<br>(je nach rel. Luftfeuchte) |
|-----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| Polystyrol                                                      | > - 30.000                                                                 | Naturfaser, Baumwolle                               | < + 20 V                                                                   |
| Latex, synth.                                                   | > - 20.000                                                                 | Schafwolle                                          | < +200                                                                     |
| PVC Boden                                                       | > - 3.000                                                                  | Holz, natur gewachst                                | < + 100                                                                    |
| Kunststoffoberflächen                                           | - 500 bis -8.000                                                           | Papieroberflächen                                   | ca. + 100-200                                                              |
| Raumart                                                         | Elektrische Feldstärke<br>V/m                                              | Raumart                                             | Elektrische Feldstärke<br>V/m                                              |
| Außenbereich/Tal                                                | <+50                                                                       | Außenbereich/Wald                                   | <+10                                                                       |
| Außenbereich/Föhn                                               | > +5.000                                                                   | Außenbereich/Gewitter                               | >+10.000                                                                   |
| Wohnraum mit überwiegend<br>kunststoffvergüteten<br>Materialien | >-7.000<br>(je nach rel. Luftfeuchte)                                      | Wohnraum mit überwiegend<br>natürlichen Materialien | >+50                                                                       |

Bild 40: IQUH-Tabelle 2009 – Elektrostatische Aufladungspotential verschiedener Wandoberflächen (W. Maes, 2000)

**Ergebnis:** Gemäß den vielen Messergebnissen, die von Wolfgang Maes durchgeführt wurden, sind „natürliche Ladungen, wenn überhaupt, meist Pluspotentiale und entladen sich schnell. Künstliche (durch Kunststoffanteile in Innenraummaterialien erzeugte) Ladungen zeigen meist Minuspotentiale und entladen sich nur langsam oder nie.“ (W. Maes, Stress durch Strom und Strahlung, 2000, S. 342). Weiter schreibt er: „Computerbausteine werden ab ca. 100 V geschädigt oder zerstört, der Mensch kann sich durch Synthetikkleidung bis zu 20.000 V und mehr aufladen. Elektrische Gleichfelder laden die Raumluft auf, verursachen eine erhöhte Luftelektrizität, zerstören die Luftionisation und sorgen für ein schlechtes Raumklima mit viel Staubbewegung. Die lebenswichtigen Luftionen nehmen Schaden durch die Einwirkungen elektrischer Felder.“

### 3.1.3 Betrachtung der schichtenabhängigen Materialfeuchte

Peter Rehberger, Sumpfkalkspezialist aus Mannheim, bringt die Diskussion über die richtige Baustoffauswahl für Innenwandbeschichtungen auf den Punkt. „Die Materialien müssen umweltverträglich sein, das Raumklima verbessern, die größtmögliche Sicherheit für die Bewohner bieten und vor Bauschäden schützen.“

**Materialien wie der Sumpfkalk als Schlussbeschichtung bieten eine mehrfache und hohe Sicherheit.**

1. Alle am Wandaufbau beteiligten Steine, Hölzer, Dämmstoffe, Grundierungen, Putze und Farben oder Tapeten dürfen Wasserdampf keinen Widerstand entgegensetzen.

2. Jede einzelne Schicht muss porös genug sein, um Wasserdampf bis zum Erreichen der Ausgleichsfeuchte aufzunehmen, in Form von Wasser zu speichern und schnell wieder abzugeben.
3. Die Porenstruktur muss so aufgebaut sein, dass hohe Raumlufffeuchtwerte (> 70 % rel. Luftfeuchte bei ca. 20° C) im realen Nutzungsverhalten nur kurzzeitig erreicht werden. Die oberste Holz-, Farb- oder Putzschicht muss Wassermoleküle feuchtevariabel in jede Richtung bis in hintere Schichten weiterleiten.
4. Die Saugkraft (Kapillarkräfte) aller Oberflächenschichten muss so stark sein, dass innerhalb des Wandaufbaus keine Staunässe entstehen kann. Sumpfkalk kann ähnlich wie Holz bei einer Putzstärke von nur 3mm ca. 1 Liter Wasser je m<sup>2</sup> kapillar aufnehmen.
5. Sumpfkalkanstriche besitzen einen pH Wert von ca. 12,6, ein unwirtliches Milieu für Schimmelpilze oder Bakterien, die ein saures bis neutrales Mileu von ca. 5-7 bevorzugen.
6. Schimmelpilze können auch auf alkalischen Kalk- oder Zementoberflächen wachsen, wenn genügend Wasser und Hausstaub vorhanden ist. Durch die sehr große innere Oberfläche bei Lehm, Holz oder Kalk entsteht eine kurze Rücktrocknungszeit und somit wird den Schimmelsporen das notwendige Wasser zum Wachsen auf der Wandoberfläche entzogen.
7. Rein anorganische mineralische Oberflächen bieten materialtechnisch dem Schimmel keine Nahrung, organische Materialien fossiler oder nachwachsender Herkunft tun dies hingegen.

| Rohstoffart<br>Dämmstoffe für Innendämmung<br>nR = nachwachsende/tierische Rohstoffe<br>mR = mineralisch/metallische Rohstoffe<br>fR = fossile Rohstoffe | Mittlerer Feuchtebereich volumenbezogen,<br>Speicherverhalten in Masse %<br>bei unterschiedlichen<br>Raumlufffeuchtwerten |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Zellulosedämmstoffe                                                                                                                                      | 5,0-12,0                                                                                                                  |
| Schafwolle                                                                                                                                               | 5,0-33,0                                                                                                                  |
| Holzfaser, schwer                                                                                                                                        | 2,5-7,0                                                                                                                   |
| Holzfaser, leicht                                                                                                                                        | 10,0-28,0                                                                                                                 |
| Pflanzenfasern, Flachs, Hanf                                                                                                                             | 15,0                                                                                                                      |
| Kunststoffdämmung, Styropor etc.                                                                                                                         | 0,3-0,7                                                                                                                   |
| Mineralfaserdämmung                                                                                                                                      | 0,5-1,0                                                                                                                   |
| Korkdämmung                                                                                                                                              | ca. 10,0                                                                                                                  |
| Gipsputze inkl. Hilfsstoffen                                                                                                                             | 2,0-7,0                                                                                                                   |
| Kalk-Gips inkl. Hilfsstoffen                                                                                                                             | 3,0-8,5                                                                                                                   |
| Kalk-Zement inkl. Hilfsstoffen                                                                                                                           | 3,0-8,0                                                                                                                   |
| Holzpaneelen, massiv und unbehandelt                                                                                                                     | 5,0-12,0                                                                                                                  |
| Baumwolle- und Zellulosefaserputze                                                                                                                       | 5,0- 24,0                                                                                                                 |

Bild 41: IQUH-Schulungstabellen - Messwerte aus [www.wecobis.de](http://www.wecobis.de) für Baustoffe

Die Zahlenwerte in der Tabelle sind inhaltsstoff-, nutzer- und innenraumabhängig und lassen bereits erkennen, wie wichtig die feuchteregulierenden Eigenschaften der einzelnen Baustoffe sind. Gerade bei Holz und Holzwerkstoffen ohne hohe Bindemittelanteile oder feuchtebremsende Beschichtungen sind sehr hohe Zwischenpufferungskapazitäten bei Feuchteüberschüssen zu erwarten. Auch Reinkalk- und Lehmprodukte haben diese positiven Schutzeigenschaften. Diese Baustoffe sollten daher auf keinen Fall feuchteabbremssende Hilfsstoffe beinhalten, die den freien Feuchtetransport in den Kapillaren behindern würden.

| Bezeichnung                     | Zustand                                                                                                                                                         | Ziegel<br>kg H <sub>2</sub> O/m <sup>3</sup> | Kalkputz<br>kg H <sub>2</sub> O/m <sup>3</sup> | Gipsputz<br>kg H <sub>2</sub> O/m <sup>3</sup> | Eiche<br>kg H <sub>2</sub> O/m <sup>3</sup> |
|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Vollständige Sättigung          | Ursache für eine Übersättigung durch die Einwirkung von Wasser im Zeitraum von mehreren Tagen oder Wochen.                                                      | 240                                          | 300                                            | 305                                            | 730                                         |
| Poren/-fasersättigung           | Ursache für eine kapillaren Sättigung ist hier eine direkte Befeuchtung mit Wasser oder einer extremen und langanhaltenden Luftfeuchte > 90 % an der Oberfläche | 190                                          | 250                                            | 264                                            | 600                                         |
| Kapillarsättigung               | Erhöhte Materialfeuchte<br>Ursache kann eine kurzzeitige direkte Befeuchtung mit Wasser oder einer Raumluftfeuchte < 90 % r.L. an der Bauteiloberfläche         | 60                                           | 100                                            | 3,5                                            | 100                                         |
| Ausgleichsfeuchte bei 80 % r.L. | Erhöhte Raumluftfeuchte < 80 % r.L. an der Bauteiloberfläche                                                                                                    | 18                                           | 30                                             | 1,8                                            | 30                                          |
| Ausgleichsfeuchte bei 50 % r.L. | Raumluftfeuchte ca. 50 % r.L. an der Bauteiloberfläche<br>(r.L. = relative Luftfeuchte)                                                                         | 5                                            | 20                                             | 1                                              | 20                                          |

Bild 42: IQUH Tabelle: Feuchtegehalt von Baustoffen, Angaben in kg/m<sup>3</sup> (Aus: Dipl. – Ing. U. Gronau, Simulationsgestützte Feuchteuntersuchungen“)

Die Werte in der Tabelle zeigen die Eigenschaften unterschiedlicher Materialien bei Feuchteproblemen und wie das Material bei Bauschäden (Kapillarsättigung, Porenfasersättigung oder vollständige Sättigung) oder bei hohem Feuchteaufkommen (80 % r.L. z. B. beim Duschen) Wasserdampf zwischenpuffert. Nach der vollständigen Sättigung einer Oberfläche kann die Feuchte aus natürlichen Materialien über die Kapillargänge oder Faserstrukturen schnell wieder abgegeben werden. Wichtig für ein optimales Raumklima ist ebenso das Verhalten der Materialien bei 50 % r.L. und bei 80 % r.L.. Hierbei zeigt sich Holz oder ein Naturputz von seiner besten Seite und nimmt problemlos hohe Mengen überschüssiger Luftfeuchte auf.

### 3.1.4 Klima-, Feuchte- und Geruchsregulierung

Der gesamte Komplex „Diffusion – Hygroskopizität – Sorption – Regeneration – Geruch – Risikostoffe in der Luft“ steht in enger Beziehung miteinander und wird geprägt von den Roh- und Ausgangsstoffen und seinen Hilfsstoffen in Innenwandbeschichtungen.

| Beschichtungsarten für Innenwände wie<br>- Reinstoffe, oder<br>- Materialien mit Hilfsstoffen und Vergütungen, (Additive für die bessere Verarbeitbarkeit, schnelleren Trocknung, besseren UV Schutz, höhere Abriebfestigkeit etc.) | Alkalität > 7,0 = basische Wirkung gegen Pilze und Bakterien mit möglichst geringen Anteilen an organischen Hilfsstoffen.<br><br>pH-Schätzwert<br>pH < 7 saure Wirkung<br>pH = 7 neutraler Stoff<br>pH > 7 basische Wirkung | Diffusionswiderstand<br>$\mu$ | Bewertung<br><br>$\mu < 100$<br>$\mu = 100 - 1000$<br>$\mu = 1000 - 10000$<br>$\mu > 10000$<br><br>hohe Wasserdampfdurchlässigkeit<br>mittlere Wasserdampfdurchlässigkeit<br>geringe Wasserdampfdurchlässigkeit<br>sehr geringe Wasserdampfdurchlässigkeit<br><br>+++ = vorbildliche Raumklimaeigenschaften, sehr pilzhemmend<br>++ = befriedigende Raumklimaeigenschaften<br>+ = ausreichende bis kritische Raumklimaeigenschaften |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Reinkalk                                                                                                                                                                                                                            | 9-12                                                                                                                                                                                                                        | 10-15                         | +++<br>Reinkalkputze mit einer Kalk- oder Sumpfkalkbeschichtung verfügen über optimales Feuchtausgleichsverhalten in Innenräumen. Der pH Wert ist optimal und erhöht sich wieder bei Feuchtaufnahme. Ohne organische Bestandteile.                                                                                                                                                                                                  |
| Reinkalk mit Kunststoffanteilen                                                                                                                                                                                                     | < 12                                                                                                                                                                                                                        | > 15                          | ++<br>Je höher der Anteil an Zusatzstoffen, desto eher kann sich der pH Wert verringern und das Feuchtausgleichsverhalten verschlechtern. Risikostoffe können durch Feuchtaustausch in die Raumluft gelangen.                                                                                                                                                                                                                       |
| Naturharzfarben                                                                                                                                                                                                                     | 7-8                                                                                                                                                                                                                         | < 100                         | ++<br>Bei organischen Bestandteilen kann sich der pH Wert verringern und das Feuchtausgleichsverhalten verschlechtern. Organische Stoffe können durch Feuchtaustausch in die Raumluft gelangen.                                                                                                                                                                                                                                     |
| Kunsthharzfarben, Grundierungen                                                                                                                                                                                                     | 7-8                                                                                                                                                                                                                         | 200-5000                      | +<br>Bei organischen Bestandteilen kann sich der pH Wert verringern und das Feuchtausgleichsverhalten verschlechtern. Risikostoffe können durch Feuchtaustausch in die Raumluft gelangen und sind teilweise sehr stabil..                                                                                                                                                                                                           |
| Reingips mit Kunststoffanteilen                                                                                                                                                                                                     | 7                                                                                                                                                                                                                           | < 10                          | +<br>Je nach der Menge an organischen Bestandteilen kann sich der pH Wert verringern und das Feuchtausgleichsverhalten verschlechtern. Risikostoffe können durch Feuchtaustausch in die Raumluft gelangen und sind teilweise sehr stabil..                                                                                                                                                                                          |
| Zementputz mit Kunststoffanteilen                                                                                                                                                                                                   | < 12                                                                                                                                                                                                                        | 15-35                         | ++<br>Je nach der Menge an organischen Bestandteilen kann sich der pH Wert verringern und das Feuchtausgleichsverhalten verschlechtern. Risikostoffe können durch Feuchtaustausch in die Raumluft gelangen.                                                                                                                                                                                                                         |
| Lehm o. Hilfsstoffe                                                                                                                                                                                                                 | 6-7                                                                                                                                                                                                                         | < 10                          | +++<br>Reine Lehmputze mit einer Lehm-, Kalk- oder Sumpfkalkbeschichtung verfügen über ein optimales Feuchtausgleichsverhalten in Innenräumen. Der pH Wert ist normal oder erhöht. Keine organische Bestandteile.                                                                                                                                                                                                                   |
| Lehm mit Kunststoffanteilen                                                                                                                                                                                                         | 6-7                                                                                                                                                                                                                         | > 10                          | ++<br>Je nach der Menge an organischen Bestandteilen kann sich der pH Wert verringern und das Feuchtausgleichsverhalten verschlechtern. Risikostoffe können durch Feuchtaustausch in                                                                                                                                                                                                                                                |

|                                                          |       |                         |                                                                                                                                                                                                                   |
|----------------------------------------------------------|-------|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                          |       |                         | die Raumluft gelangen.                                                                                                                                                                                            |
| <b>Calcium-Silikatplatten</b>                            |       | 3 - 6                   |                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Reinsilikat, 2-komponentig</b>                        | 10-12 | <150                    | +++<br>Eine Reinsilikatbeschichtung verfügt über ein gutes Feuchteausgleichsverhalten in Innenräumen. Der pH Wert nimmt mit der Zeit etwas ab. Keine organischen Bestandteile.                                    |
| <b>Reinsilikat mit Kunststoffanteilen</b>                | 9-12  | >150                    | ++<br>Je nach der Menge an organischen Bestandteilen kann sich der pH Wert verringern und das Feuchteausgleichsverhalten verschlechtern. Risikostoffe können durch Feuchteausgleich in die Raumluft gelangen.     |
| <b>Papiertapeten</b>                                     | ca. 7 | > 0,1                   | ++<br>Je nach der Menge an organischen Bestandteilen kann sich das Feuchteausgleichsverhalten verschlechtern. Risikostoffe können durch Feuchteausgleich in die Raumluft gelangen.                                |
| <b>Kunststofftapeten</b>                                 | ca. 7 | > 4,0                   | +<br>Je nach der Menge an organischen Bestandteilen kann sich das Feuchteausgleichsverhalten verschlechtern. Risikostoffe können durch Feuchteausgleich in die Raumluft gelangen und sind teilweise sehr stabil.. |
| <b>Massivholzverkleidung, Fichte</b>                     | 5-7   | <20                     | +++<br>Naturholz verfügt über ein optimales Feuchteausgleichsverhalten in Innenräumen. Keine feuchtesperrenden Bestandteile.                                                                                      |
| <b>Massivholzpaneele mit kunststoffhaltigem Anstrich</b> | 5-7   | <1.800                  | ++<br>Je nach der Menge an organischen Bestandteilen kann sich der pH Wert verringern und das Feuchteausgleichsverhalten verschlechtern. Risikostoffe können durch Feuchteausgleich in die Raumluft gelangen.     |
| <b>Massivholzpaneele mit Naturharzanstrich</b>           | 5-7   | 100-220 (Wert f. Lasur) | +++<br>Je nach der Menge an organischen Bestandteilen das Feuchteausgleichsverhalten verschlechtern.                                                                                                              |
| <b>Laminatpaneele mit Kunststoffbeschichtung</b>         | 5-7   | > 1.000 (Wert f. Lack)  | +<br>Je nach der Menge an organischen Bestandteilen kann sich das Feuchteausgleichsverhalten verschlechtern. Risikostoffe können durch Feuchteausgleich in die Raumluft gelangen und sind teilweise sehr stabil.. |

Bild 43: IQUH-Schulungstabellen - Vor- und Nachteile von Beschichtungstechniken, Werte aus [www.wecobis.de](http://www.wecobis.de) Lacke, Lasuren etc.

Die Erforschung der komplexen physikalischen Zusammenhänge in Verbindung mit den gebäudebedingten Schimmel-, Geruchs- und Schadstoffbelastungen und deren Auswirkung auf unsere Gesundheit steht vor einem gewaltigen Streit um die Umwelt- und Gesundheitsverträglichkeit von Bauprodukten.

| <b>Material und Rohstoffbasis</b><br>nR = nachwachsende/tierische Rohstoffe<br>mR = mineralisch/metallische Rohstoffe<br>fR = fossile Rohstoffe | <b>Kapillare Geruchsminderung</b><br>+++ große Innenfläche<br>++ mittlere Innenfläche<br>+geringe Innenfläche | <b>Material und Rohstoffbasis</b><br>nR = nachwachsende/tierische Rohstoffe<br>mR = mineralisch/metallische Rohstoffe<br>fR = fossile Rohstoffe | <b>Kapillare Geruchsminderung</b><br>+++ große Innenfläche<br>++ mittlere Innenfläche<br>+geringe Innenfläche |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Holz, unbeschichtet, nR                                                                                                                         | +++                                                                                                           | Kalkputz + Kalkanstrich, mR                                                                                                                     | +++                                                                                                           |
| Holz, kunststoffbeschichtet, nR+fR                                                                                                              | +                                                                                                             | Lehmputz + Lehm/Kalkanstrich, mR                                                                                                                | +++                                                                                                           |
| Tapete, unbeschichtet, nR                                                                                                                       | +++                                                                                                           | Zellulose- und Bauwollfaserputz, nR                                                                                                             | +++                                                                                                           |
| Tapete, kunststoffbeschichtet, nR+fR                                                                                                            | +                                                                                                             | Lehm u. Kalk + Dispersionswandfarbe fR                                                                                                          | +                                                                                                             |

Bild 44: IQUH-Tabelle 2009 – Eigenschaften von Materialien hinsichtlich der Geruchsminderung



Bild 45: Pilosith -Lehmputz auf Poroton - keine feuchtesperrende Beschichtung

Sehr wichtig sind dabei die Zusammenhänge von Hygroskopizität, Raumlufffeuchte und Tauwasserbildung. Naturstoffe mit hohem Porenanteil (die „innere Oberfläche“ von Holz beträgt ca.  $200\text{m}^2/\text{g}$ !) nehmen bis zur Fasersättigung die Feuchtigkeit dampfförmig auf. Bei den verschiedenen Holzarten liegt der Fasersättigungsbereich etwa zwischen 25 – 30 % Holzfeuchte. Das bedeutet, dass z.B. max.  $1\text{m}^3$  Holz ca. 150 kg Wasser dampfförmig absorbieren kann. Dabei mindert sich die Wärmedämmung des Holzes nur geringfügig – im Unterschied zu hygroskopisch schlechten Stoffen. Holz kann auch Wasser in flüssiger Form (z. B. Spritz- oder Tauwasser) aufnehmen. Aufgrund günstiger Austrocknungseigenschaften wird es wieder rasch an die umgebende Luft abgegeben, sofern keine Behinderungen durch dampfsperrende Anstriche und dgl. bestehen.

### 3.1.5 Schallschutz

Schalldämpfende Eigenschaften von Oberflächen in Innenräumen hängen von der ungleichmäßigen Gestaltungsart und der Kapillarität ab. Das „Schlucken“ von Luftschall geschieht besonders effizient in Materialien mit offenen Poren, die eine große innere Oberfläche aufweisen. Um die akustischen Eigenschaften eines Raumes (z.B. die Nachhallzeit) gezielt zu verbessern, sind schalldämpfende Bauteile zu verwenden.

Die Schalldämpfung oder die Schallabsorption ist ein Merkmal der Raumakustik. Gute raumschalldämpfende Eigenschaften besitzen Baustoffe mit einer großen kapillaren Innenfläche, die nicht vollständig mit Bindemittel, Pigmenten und Kunststoff- oder Naturharzdispersionen aufgefüllt sind.



| <b>Material und Rohstoffbasis</b><br>nR = nachwachsende/tierische Rohstoffe<br>mR = mineralisch/metallische Rohstoffe<br>fR = fossile Rohstoffe | <b>Kapillare<br/>Schallminderung</b><br>+++ große Innenfläche<br>++ mittlere Innenfläche<br>+geringe Innenfläche | <b>Material und Rohstoffbasis</b><br>nR = nachwachsende/tierische Rohstoffe<br>mR = mineralisch/metallische Rohstoffe<br>fR = fossile Rohstoffe | <b>Kapillare<br/>Schallminderung</b><br>+++ große Innenfläche<br>++ mittlere Innenfläche<br>+geringe Innenfläche |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Holz, unbeschichtet, nR                                                                                                                         | +++                                                                                                              | Kalkputz + Kalkanstrich, mR                                                                                                                     | +++                                                                                                              |
| Holz, kunststoffbeschichtet, nR+fR                                                                                                              | +                                                                                                                | Lehmputz + Lehm/Kalkanstrich, mR                                                                                                                | +++                                                                                                              |
| Tapete, unbeschichtet, nR                                                                                                                       | +++                                                                                                              | Zellulose- und Bauwollfaserputz, nR                                                                                                             | +++                                                                                                              |
| Tapete, kunststoffbeschichtet fR                                                                                                                | +                                                                                                                | Lehm u. Kalk + Dispersionswandfarbe fR                                                                                                          | +                                                                                                                |

Bild 46: IQUH-Tabelle 2009 – Eigenschaften Schallschutz/Akustik

Organische Dispersionsfarben, die auf Naturputzen aus Kalk oder Lehm aufgetragen werden, können deren kapillare Wirksamkeit stark zurücksetzen, weil sie durch den Bindemittel- und Festkörperanteil die Hohlräume auffüllen. Kalkfarben ohne organische Zuschläge verringern die innere Oberfläche eines Putzes kaum.

### 3.1.6 Ergebnis: Raumklima und Bauschadensvermeidung

Baustoffe, welche schnell in der Lage sind, viel Feuchtigkeit zu absorbieren, tragen zur Vermeidung von Tauwasser, Schimmelbildung, „Fogging auf Innenwänden“ und letztendlich zur Verminderung von Bauschäden bei. Maßgebend für die kurzfristig ausgleichende Wirkung auf die Raumfeuchte sind vor allem die ersten 1 bis 3 cm eines Bauteils. Besondere Aufmerksamkeit sollte man deshalb dem Putz, Verkleidungen und Fußböden widmen. Besonders in Räumen, wo häufig hohe Luftfeuchtheitswerte erreicht werden, z.B. Küche, Bad, Waschküche, Wintergarten, sollten zur Vermeidung von Tauwasser und Feuchtigkeitsschäden hygroskopische und alkalische Materialien eingesetzt werden.

## 4 Oberflächenmaterialien und ihre Verarbeitung

### 4.1 Untergrundbewertung und Vorbehandlung

Vor dem Aufbringen eines Putzes, einer Farbe oder von Tapeten ist der Untergrund zu prüfen. Bei porösen, stark saugenden oder schlecht haftenden Untergründen muss der Untergrund entsprechend vorbehandelt werden.

Besonders umwelt- und gesundheitsverträglich sind ökologische Grundierungen und Haftbrücken aus nahezu 100 % mineralischen und nachwachsenden Rohstoffen.

- Der Untergrund sollte planeben, sauber, rissfrei, homogen, fettfrei und fest sein
- Die Raumlufffeuchte muss den Herstellerangaben entsprechen
- Die Untergrund-, Material- und Raumtemperatur muss ausreichend hoch sein
- Die Aufbauhöhe des Untergrundes muss plangemäß korrekt sein
- Die Untergründe dürfen keine Ausblühungen und/oder Frost aufweisen

Für schwierige, feuchteverdächtige und unkonkrete Material- und Wandaufbauten sollte ein Fachberater hinzugezogen werden, damit er die alten Untergründe bestimmen, die Haftbrücken und die darauf geeigneten Materialien festlegen kann.

### 4.2 Lehm

Während rund 30 % der Weltbevölkerung vornehmlich in der Dritten Welt in Gebäuden aus Lehm wohnen erfährt der Baustoff Lehm in der westlichen Welt und Deutschland eine Renaissance. Gerade wegen der energiesparenden Gewinnung, der Verfügbarkeit und der positiven Umwelt- und Gesundheitsverträglichkeit (wärme- und schalldämmend, feuchteregulierend, schadstoffaufnehmend und recyclefähig) steigt das Interesse an Lehmbaustoffen.

#### Der Baustoff aus der Vergangenheit für die Zukunft

Ausgrabungen zeugen von Lehmbauten, die teilweise um 8000 v.Chr. entstanden sind. Zudem gibt es viele Kulturdenkmäler, die nur aus Lehm bestehen, wie der Totentempel Ramses II. (ca. 3200 Jahre alt, Gournah, Ägypten), die Moschee in Kashan (Iran) und viele andere mehr. Selbst in Deutschland gibt es mehrere Tausend Lehmbauten - das älteste noch bewohnte stammt aus dem 18. Jahrhundert. Auch heute noch sind die meisten Fachwerkbauten zum größten Teil mit Lehm ausgefacht?

Lehm übertrifft die industriell gefertigten Baustoffe in manchen Eigenschaften bei weitem obwohl er eigentlich nur aus Ton, Schluff (Feinsand) und Sand besteht.



Bild 47: Pilosith Zuschnitt Lehmwandelement

### **Lehm speichert Wärme**

Lehm ist ein sehr schwerer Baustoff, deshalb kann er auch gut Wärme speichern. Das ist besonders vorteilhaft im Winter, wenn die tiefstehende Wintersonne tagsüber durch das Fenster scheint und die aus Lehmsteinen bestehenden oder mit Lehm verputzten Zwischenwände bescheint. Diese erwärmen sich und geben später die Wärme langsam wieder ab. Somit hilft Lehm beim Energiesparen durch passive Nutzung der Sonnenenergie.

### **Regional hergestellter Lehm spart Energie und verringert die Umweltverschmutzung**

Lehm- bzw. Lehmsteine benötigen zur Herstellung weit weniger Energie als Mauerziegel und schonen so die Umwelt und die Energiereserven.

### **Lehm konserviert und schützt Holz**

Lehm, der in Kontakt mit Holz steht entzieht dem Holz Feuchtigkeit. Das hat zur Folge, dass tierische Schädlinge (die mindestens 14-18% Holzfeuchte brauchen) und Pilze (die mindestens 20% Feuchtigkeit benötigen) dem Holz nichts anhaben können. Aus diesem Grund werden Fachwerksgebäude traditionell mit Lehm ausgefacht.

### **Lehm ist wiederverwendbar**

Ungebrannter reiner Lehm ist jederzeit und unbegrenzt wiederverwendbar. Trockenen Lehm braucht man nur zu zerkleinern und mit Wasser wieder anrühren, schon kann er verwendet werden. Auch als Bauschutt belastet er nicht die Umwelt. Das Reinigen der Werkzeuge ist einfach und spart Energie und Wasser.

### **Lehm reguliert die Raumlufffeuchte**

Lehm kann Feuchtigkeit enorm schnell und in enormen Mengen aufnehmen. So kann ein ungebrannter Lehmziegel etwa 30-mal soviel davon aufnehmen wie ein gebrannter Ziegel. Mit Lehmputz im Bad kann man beispielsweise feststellen, dass der Spiegel nach dem Duschen nicht mehr anläuft! Bei Bedarf (also trockener Raumluff) gibt der Lehm die Feuchtigkeit wieder ab, so dass sich die Raumluff konstant bei ca. 50% Luftfeuchtigkeit einstellt. So wird ein unvergleichlich angenehmes Wohnklima geschaffen, das zugleich optimal für die Gesundheit ist. Denn bei konstanten ca. 50prozentigen Luftfeuchtigkeit wird das Austrocknen der Schleimhäute verhindert.

### **Lehmoberflächen oder Lehm kombiniert mit Wandflächenheizungen**

Wandheizungen mit Lehmputz sorgen für eine optimale Wärmeverteilung im Raum und vermeiden

- Schleimhautreizungen durch erhöhte Staubverwirbelung,
- Schweißwasserneigung durch zu hohe Luftfeuchte,
- schlechte Akustik durch hohe Schallweitergabe,
- Wärmebrücken und unbehagliche Luftbewegungen (mit Wandheizung).

Lehmputze sind in der Regel ohne chemisch synthetische Inhaltsstoffe und aus natürlichen Rohstoffen hergestellt. Lehme sind mechanisch entstandene mineralische Sedimente. Der Anteil an Sand bzw. größeren Körnern ist in „mageren“ Lehmen hoch, in „fetten“ Lehmen gering oder gar nicht vorhanden. Als Putzmörtel kann er als Lehm-, Lehm/Kalk- oder Lehm/Gipsmörtel eingesetzt werden. Bei Lehmmörtel können zur Putzbewehrung bis 5 Vol.-% kurzgeschnittene pflanzliche Fasermaterialien oder Rinderhaare zugesetzt werden. Ebenso verbessert Molke an Stelle von Wasser oder ein Zusatz bis zu 5 Vol.-% Quark, Silikat- oder Kalkzugaben die Verarbeitbarkeit des Mörtels und die Putzfestigkeit.



Bild 48: Pilosith -Strohballenhaus mit Lehm verputzt

### **Lehm-Unterputz**

Lehmputze sind für alle Innenwände geeignet, außer für ausgesprochene Nassräume und stark beanspruchte Flächen. Sie lassen sich auf Dämmkork (Vorsicht: Innen keinen Backkork verwenden!), Weichfaser-, Gipskarton-, Gipsfaser- und Holzwolleleichtbauplatten, Schilfrohmatten, Ziegelgewebe, Sandsteinen, KS-Stein, Ziegel, Porenbeton und saugenden Untergründen verarbeiten. Ist der Untergrund eben genug, reicht ein einschichtiger Auftrag.

### **Lehm-Oberputz**

Diese Putzqualität wird einlagig im Innenbereich angewendet. Der Lehm-Oberputz-Auftrag erfolgt auf Unterputz, ebenem Mauerwerk, anderen Massivbaustoffen oder auf Lehmbauplatten. Die Zusammensetzung entspricht der des Unterputzes, nur das Stroh fällt mit 10 mm Schnittlänge feiner aus. Auch die Putzauftragsstärke ist mit 10 mm deutlich geringer.

### **Lehm-Feinputz**

Lehmfeinputz wird ebenso einlagig auf Lehm-Unterputz, Lehmbauplatten, Gips- oder Gipsfaserplatten oder anderen Trockenbauplatten verarbeitet. Der Sand hat beim Lehm-Feinputz eine Körnung bis zu 0,8 mm. Die pflanzlichen Kleinfasern messen bis zu 1,0 mm. Die Weiterbehandlung mit ökologischen Anstrichsystemen ist mit Kalkkaseinfarben, Dispersions-Silikatfarben und unter Umständen mit Naturharzfarben möglich. Lasur- Glätte- und Tadelakttechniken kommen ebenfalls in Betracht.



Bild 49: Casanatura24.de - Gestaltungsmöglichkeiten auf Lehm

### Farbiger Feinputz für innen

Sehr schön und strapazierfähig sind farbige Lehmfertigputze als Dünnlagen-Feinputz. Sie bestehen aus Lehm, natürlichen Sanden, Stroh, Hanf- und Zellulosefasern plus farbigen Tonerden, wobei basierend auf diversen Grundfarben weitere Farbnuancen gemischt werden können.

Die Zugabe gemahlener Perlmutter-Muschelschalen führt zu dezenten Glitzereffekten. Der Lehmputz wird 2-3 mm stark aufgetragen, geglättet und ggf. mit einer Kaseinlösung endbehandelt, um die Abriebfestigkeit zu erhöhen. Leichte Beschädigungen oder Verschmutzungen der Wandfläche können später durch einfaches Abreiben mit einem Schwamm beseitigt werden. Die Putze eignen sich für Lehmwände, aber auch für alle anderen mineralischen Untergründe wie Lehmgrundputz, Lehmspachtel, Gipsplatten, Beton oder mineralische Deckputze, die sauber, stabil, trocken und ausblühungsfrei sein müssen. Der Lehmputz absorbiert Schadstoffe, ionisiert die Raumluft und verbessert das elektrostatische Raumklima. Ferner besitzt er eine günstige Wärmeabstrahlung und erhöht somit die Einsparung von Heizenergie.

### Lehmputzhaftgrund

Je nach Produkt ist ggf. ein Haftgrund erforderlich. Dieser dient als Haftbrücke für Lehmputze im Trockenbau, auf Gipskarton-, Gipsfaser-, Hart- u. Weichfaserplatten, OSB-Platten, Beton (ohne Schalöl), alten Putzen und allen glatten mineralischen Untergründen.

Die Inhaltsstoffe sind Marmormehl, Essigsäureester, Methylzellulose, Phosphat, Natriumsalz, evtl. synthetische Konservierungsmittel und Wasser. Die körnige Struktur ermöglicht dem Lehm eine gute mechanische Haftung, verfestigt sandende mineralische Untergründe und gleicht unterschiedliche Saugfähigkeiten des Untergrundes aus. Wird der Haftgrund aus natürlichen, ungiftigen Rohstoffen und frei von Konservierungsstoffen hergestellt, sind die Reste kompostierbar.

Vor der Verarbeitung sollte immer eine Anstrichprobe angelegt werden. Die fertig angerührte Lehmputzgrundierung sollte innerhalb eines Tages verarbeitet werden. Gefahrenklasse entfällt. Ist der Untergrund sehr sandend, sollte zuerst eine Fixierung mit Farbenwasserglas (Silikatvoranstrich) durchgeführt werden. Die Verarbeitungstemperatur sollte mehr als +10 °C betragen. Der Verarbeiter sollte dabei eine Schutzbrille tragen, Farbspritzer und Überstreichungen anderer Bauteile sind zu vermeiden bzw. sofort zu entfernen. Dasselbe gilt für Haut und Bekleidung.

## 4.3 Kalk

Der Name „Kalk“ leitet sich vom lateinischen „calx“ ab. Der Begriff wird vielfältig verwendet. Im weitesten Sinne versteht man unter Kalk die natürlichen Gesteinsvorkommen Kalkstein, Marmor und Kreide sowie den Dolomitstein. Kalk ist einer der bedeutendsten Rohstoffe des Menschen. Bereits vor 14.000 Jahren wurde Kalk als Mörtel eingesetzt, und bis heute hat seine Bedeutung stetig zugenommen. In der Eisen- und Stahlindustrie, in der Bau- oder Landwirtschaft oder im Hygiene- und Umweltschutz ist Kalk ein unverzichtbarer Wirk- und Werkstoff.

Im engeren Sinne versteht man heute unter Kalk: Branntkalk, Löschkalk, Sumpfkalk und Kalkhydrat, die industriell gewonnen werden.



Bild 50: Kalkakademie Kalksteinbruch, Fa. Hessler



Brantkalk (Calciumoxid) entsteht wenn Kalkstein gebrannt wird. Dabei wird dem Kalkstein (Calciumcarbonat) das kristallin eingebundene Wasser entzogen und das  $\text{CO}_2$  freigesetzt. Brantkalk hat noch keine Bindekraft. Zum Bindemittel wird Kalk erst, wenn er gelöscht ist. Brantkalk wird auf 2 Arten gelöscht. Zum Einen wird er im so genannten Trockenlöschverfahren mit Wasser besprüht oder mit Wasserdampf beschlagen bis aus Calciumoxid das Calciumhydroxid wird. Dann wird der Löschvorgang abgebrochen und das Calciumhydroxid liegt in Pulverform vor. Das so hergestellte Calciumhydroxid wird als Kalkhydrat bezeichnet. Kalkhydrat wird zur Herstellung von Trockenmörtel verwendet. Außer der Trockenlöschung wird Brantkalk auch mittels Wasserüberschuss gelöscht. Dabei entsteht Löschkalk bzw. Sumpfkalk. Das so entstandene Calciumhydroxid liegt als Kalkteig vor. Der Löschvorgang wird nicht abgebrochen. So kann sich das entstandene Calciumhydroxid immer feinteiliger ausbilden. Es entsteht ein hochwertiges Bindemittel mit großer innerer Oberfläche, das eine höhere Plastizität und Elastizität aufweist als Calciumhydroxid das im Trockenlöschverfahren hergestellt wurde.

Das Calciumhydroxid nimmt in Putzen und Oberflächenbeschichtungen auf Wänden und Decken das  $\text{CO}_2$  aus der Luft auf (Carbonatisierung). So entwickelt sich der Kalk in seinen Ursprungszustand nämlich zu Calciumcarbonat bzw. zu Kalkstein. Der Kreislauf schließt sich. Dies geschieht in perfekter Weise, wenn keine anderen Bindemittel und Zusatzstoffe den Carbonatisierungsvorgang stören.

Die Kalkputze wurden schon immer gerne in Kellergeschossen, Küchen und Feuchträumen verwendet, da sie ein hohes Feuchteaufkommen sehr gut vertragen. Für die Wohnräume gibt es Grundputze mit mineralischen Dämmstoffen wie Perlite oder Blähglas, die als Leichtputze über hohe Dämm- und Entfeuchtungseigenschaften verfügen. Die hohe Alkalität macht diese Unterputze nahezu pilzresistent.

Handelsübliche Grund-, Ober- und Feinputzarten aus Kalk kommen meist ohne die problematischen Inhaltsstoffe aus fossilen Rohstoffen aus. Sie bestehen aus wetterfesten, reinen weißen Kalksand, Weißkalkhydrat, Weißzement, Gips sowie künstlichen und natürlichen Farben, Zuschlagstoffen und Verzögerern.



Bild 51: IQUH (Apaeb, Gunnar Koch)

Hochwertigere Farben, Grund- und Oberputze aus Kalk enthalten keine organischen Bindemittel, Zement oder Gips. Reine Kalktrockenmörtel bestehen aus natürlichem hydraulischem Kalk (NHL). Durch seine Eigenschaft, nicht nur über die Aufnahme von CO<sub>2</sub> zu carbonatisieren, sondern auch hydraulisch abzubinden, können reine Kalkputze hergestellt werden, die ohne oben genannte Zusätze die erforderliche Druckfestigkeit erreichen. Aufgrund besonderer mineralischer Siebungen sind die Qualitäten aus Reinkalk daueralkalisch, nahezu abriebfest und höchst geruchsabsorbierend. In der Anwendung eignen sie sich beispielsweise für Innenwände bei Neu- und Altbauten im Wohnungsbau, Büros, Schulen aber auch Hotels.

### **Der Kalkputz für Wohnräume**

Wenn hier von den Vorteilen der Kalksysteme die Rede ist, sind nur reine Kalksysteme gemeint. Fast jede Beimischung schränkt die hier beschriebenen Funktionen ein.

Seit den Römern profitieren wir in Mitteleuropa von den Erfahrungen die unsere Vorfahren mit Sumpfkalkputzen und –anstrichen gemacht haben. Die Eignung von Sumpfkalk für eine Restaurierung historischer Bausubstanzen wie Schlösser und Kirchen steht deshalb außer Frage. Darüber hinaus bietet Kalk auch Lösungen für die Schimmelprobleme in unseren modernen Wohnräumen.





Bild 53: HAGA Naturkalk- Farbkreis

### **Sumpfkalk als Feinputz und Farbe**

Gebrauchsfertiger Deck- und Strukturputz eignet sich für fast alle Untergründe und besteht aus weißem Kalksand, Sumpfkalk und natürlichem Verzögerer. Er verbindet sich auf ganz natürliche Art und Weise mit dem Untergrund und ist hochatmungsaktiv, feuchtigkeitsregulierend und geruchsabsorbierend! Sumpfkalkputze sind in verschiedenen Körnungen (Korngrößen 1,5, 2,0, 3,0 mm) lieferbar.

### **Stuccospachtel und Tadelakt – Glanzputz**

Stuccolustro und Tadelakt sind Beispiele für die Wiederbelebung alter Handwerkstechniken. Stuccolustro ist eine Feinputztechnik mit einer Kalkglätte aus Kalkhydrat (Luftkalk). Tadelakt hat seinen Ursprung in den Ländern Nordafrikas und wird aus natürlich hydraulischem Kalk hergestellt. Die mineralischen feinen Kalkputze enthalten Zuschläge wie Marmor, Kalksteinmehl, Sand und weitere hochwertige Zuschlagstoffe. Sie garantieren ein sehr gutes Raumklima und sollten ohne künstliche Hilfsstoffe und Kunstharze hergestellt sein.

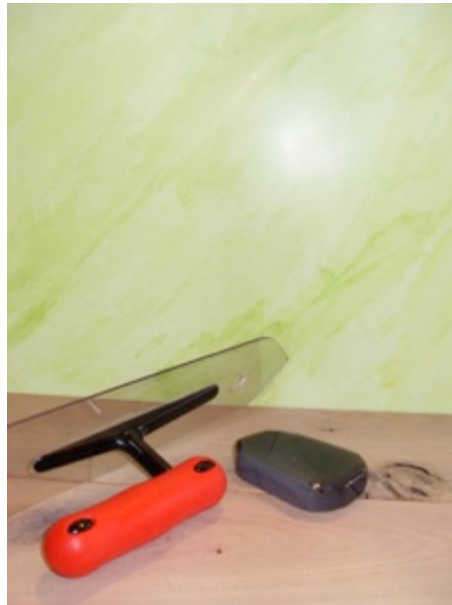


Bild 54: casanatura24.de Kalk- Glättetechnik

Das Auftragen dieser Kalkputze ist sehr arbeitsintensiv und sie werden im Innenbereich überall dort eingesetzt, wo hochwertige und gestalterische Anforderungen an die Innenwandbeschichtung gestellt werden. Sie können nach einer Grundbeschichtung als Spachteltechnik auf Kalkputz und vielen anderen Putzarten, die stabil, trocken, tragfähig und sauber sein müssen, verarbeitet werden. Durch zusätzliches Beschichten mit natürlichem Heißwachs oder pflanzlichen Glätteseifen wird die Oberfläche wasserfest.



Bild 55: Kreidezeit, Bad Tadelakt

## 4.4 Feinputze und Farben auf Silikatbasis

Als Farbenwasserglas wird die Schmelze erstarrter, glasartiger und wasserlöslicher Kaliumsilikate oder ihrer wässrigen Lösungen bezeichnet. Zur Herstellung werden, nicht wie beim Kalk das Kalkgestein sondern ein Gemenge aus Quarzsand und Kaliumcarbonat (für Kaliwasserglas) unter CO<sub>2</sub>-Entwicklung bei 1100 °C bis 1200 °C verschmolzen. Einkomponentige fertige Farben auf Silikatbasis enthalten in der Regel Zusätze in Form von Kunststoffdispersionen. Zweikomponentige Farben sind frei von künstlichen Hilfsstoffen und müssen erst angerührt werden und benötigen mehr fachliches Geschick und sind eher zur Anwendung für Handwerker gedacht.

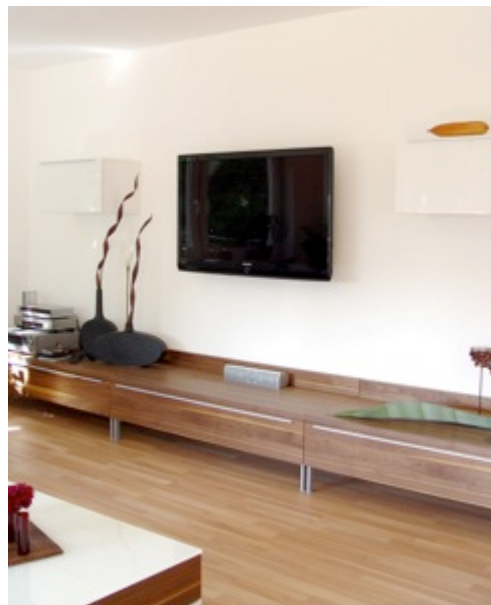


Bild 56: Haga Wohnzimmer mit Silikatbeschichtung

Die Körnung dieser Putze ist sehr fein und liegt bei 0,08-0,2 mm. (DIN 18363/TeilC2.4.1) Sie wirkt desinfizierend durch die produkteigene Alkalität. Die Silikat-Feinputze eignen sich für Feuchträume und haben eine gute Fülleigenschaft von Haarrissen. Sie bestehen aus Wasserglas, Quarzsand, Kreide, Glimmer, Titandioxid, Reinacrylat, Polysaccharid, organischen Ammoniumverbindungen, Natriumphosphonat und Fettsäure-Polyetherderivat. Für diese besonderen Feinputze benötigt man ein spezielles Abtönkonzentrat auf Silikatbasis. Hinsichtlich der Oberflächenoptik unterscheiden sie sich kaum von den anderen Streich- und Rollputzen, jedoch verkieseln sie stärker mit dem Untergrund und brauchen deshalb weniger Bindemittel als Naturharz- oder Kaseinprodukte.

#### 4.4.1 Haftvoranstriche mit Farbenwasserglas

Reines Wasserglas wird ohne Kunststoffanteile hergestellt und ist daher besonders für die Verfestigung der meisten Untergründe zu empfehlen.

Silikatische Mineralputzgrundierung besteht aus Fixativ und Farbpulver. Das als Fixativ bezeichnete Bindemittel besteht aus Kaliwasserglas. Fixativ wird auch zum Verdünnen der Silikatfarben verwendet. Das Farbpulver enthält wasserglasbeständige Pigmente und verkieselungsfördernde Füllstoffe. Diese Grundsubstanzen werden ohne Acrylate verarbeitet.

Fertige Mineralputzgrundierungen für Dispersionssilikatfarben enthalten nach VOB DIN 18 363 folgende Bestandteile: Kaliwasserglas, kaliwasserglasbeständige Pigmente und Kunststoffdispersion mit bis zu fünf Gewichtsprozenten, bezogen auf die Gesamtmenge des Anstrichstoffes.

Silikatvoranstriche sind wasserdampfdurchlässig, können aber Gerüche aus dem Untergrund gut abhalten. Diese grobe Vorfilterfunktion gegenüber großen Geruchsmolekülen macht man sich in Raucherzimmern zu Nutze. Die Trocknung einer Farbe mit dem Bindemittel Wasserglas findet durch die Verdunstung von Wasser sowie durch CO<sub>2</sub>-Aufnahme aus der Luft statt, d.h. die Farbe versteinert wieder. Es findet eine sogenannte Verkieselung mit dem Untergrund statt.

Geeignete Untergründe für einen Wasserglasfarbenanstrich sind Kalk-, Lehm-, Kalk-Zement-Putze, Natur- und Kunststeine. Die Untergründe sollten verkieselungsfähig und unbehandelt oder mit einem Altanstrich auf Wasserglasbasis versehen sein. Ungeeignete Untergründe sind Gipsputze, Gipskarton, Dispersions- und Lackfarbenanstriche, Öl- und Leimfarben.

Zur Pigmentierung von Wasserglas-Silikatgrundierungen kann ein Silikatweiß aus folgenden Zutaten verwendet werden: Kreide, Titanweiß, Talkum, China Clay, Quarzmehl, Buchenholzmehl.

Die für eine Silikatfarbe so wichtige Verkieselungsfähigkeit wird durch das Quarzmehl gefördert.

Da die Farbe etwas dünnflüssig und leicht ätzend ist, empfiehlt es sich, alle nicht zu streichenden Flächen abzukleben. Farbspritzer sollten sofort mit viel Wasser entfernt werden und der Verarbeiter selbst sollte Handschuhe und eine Schutzbrille tragen!



## 4.5 Wandbeschichtungen aus organischen Naturstoffen

### 4.5.1 Kasein- und Naturharzfarben

Wandfarben werden einerseits nach ihrer chemischen Struktur in anorganische/mineralische und organische (fossile oder pflanzliche und tierische Rohstoffe) Farbmittel eingeteilt. Als organische **Naturfarben** lassen sich Anstrichmittel klassifizieren, die aus natürlichen Basismaterialien vorwiegend pflanzlicher, aber auch mineralischer Herkunft hergestellt werden. Natürliche Rohstoffe werden in Anstrichmitteln vor allem aufgrund ihrer CO<sub>2</sub>-Neutralität, aufgrund ihrer nachhaltigen Herstellung, zur Substitution fossiler Rohstoffe, zur Schonung der Ressource Erdöl und wegen der guten Wiedereinbindung in den Naturkreislauf gewählt.

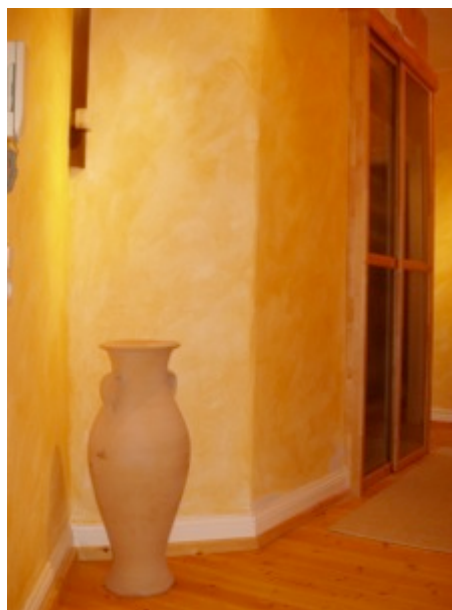


Bild 57: Livos Lasurtechnik auf Naturharzfarbe

Naturfarben sind meist Alkydharzfarben auf Basis von Lein-, Soja- oder Sonnenblumenöl. Der Anteil nachwachsender Komponenten kann dabei variieren und beträgt im Regelfall 50 %. Unterschiede gibt es bei den Anteilen fossiler Inhaltsstoffe in Naturfarben. Während häufig synthetische Inhaltsstoffe wie geruchsarme Isoaliphate auch in größeren Mengen und Azo- oder Mischpigmente, Trockner auf Metallbasis, Biozide und Antihautmittel eingesetzt werden in kleinen Mengen eingesetzt werden, verzichten einige Hersteller weitgehend auf synthetische Zusätze. Puristen verwenden geruchsintensivere pflanzliche Lösungsmittel oder Wasser neben Pflanzenölen und Naturharzen, ätherische Öle, sowie Erd- und

Mineralpigmente. Bei natürlichen Systemen auf Wasserbasis sind auch die enthaltenen Tenside biogen. Die Volldokumentation aller Inhaltsstoffe ist bei Naturfarben die Regel.



Bild 58: Kreidezeit Kasein-Marmormehlfarbe

Bei Dispersionsfarben wird unter anderem auf Casein als Grundstoff zurückgegriffen, das mit Pflanzenfarben abgetönt wird.

#### 4.5.2 Zellulose- und Baumwollfaserputze

Textile Wandputze sind als Alternative zur Tapete für Innenwände empfehlenswert. Es handelt sich dabei um Pflanzenfasern, vermischt mit farbigen Zuschlägen. Sie werden in Tapetenkleistern eingeweicht und mit einer Glättkelle oder einem Sprühgerät auf die Oberflächen aufgebracht. Sie brauchen keine Additive aus fossilen Rohstoffen. Naturfaserputze sind sehr diffusionsoffen und laden sich nicht elektrostatisch auf. Zudem sind sie fühlbar weich, haben deshalb auch eine wärmedämmende und schalldämpfende Eigenschaft aber nicht abriebfest.



Bild 59: Fa. Fasermix, Faserputze aus Baumwolle, Glättetechnik

Der Textilfaserputz ist, wie der aus Zellulose, frei von Lösemitteln und chemischen Zusatzstoffen. Er gleicht Feuchteschwankungen in der Raumluft sehr gut aus. Die nahtlosen Übergänge lassen sich bei Reparaturen problemlos überarbeiten. Verschmutzte Stellen können nach dem Anfeuchten entfernt und erneuert werden. Die Entsorgung ist problemlos, da er ausschließlich aus Baumwolle, Leinen, Jute, Zellstoffen und Viskose besteht. Die besonders guten atmungsaktiven Eigenschaften und die Diffusionsfreudigkeit setzen einen dauerhaft trockenen, sauberen und festen Untergrund voraus, der nicht durchschlägt, also keine alten Schimmelflecken, Schalungstrennmittel, Wasserflecken, Salzausblühungen, Fettkondensate oder Nikotin- und Rußflecken aufweist. Auch ein ökologischer Absperrgrund sollte wegen der feuchteabweisenden Wirkung nur in Ausnahmefällen verwendet werden und immer auf nachwachsenden und natürlichen Rohstoffen, wie Schelllack- und Naturharzinhaltsstoffen basieren.



Bild 60: Fa. Fasermix, Faserputze aus Baumwolle, Spritztechnik

Zellulose Spritzputz ist ein naturweißer, biologisch konzipierter Putz zum Aufsprühen. Er ist lösungsmittelfrei und besteht aus folgenden rein natürlichen Rohstoffen: Kalksteinmehl, Buchenholz-Cellulosefasern, Buchenholz-Cellulosepulver, Leitungswasser, Kreidemehl, Kasein, Naturharz, Leinöl-Standöl, Pflanzenstärke, Tonerde, Borax, Talkum. Er verbessert ebenso aktiv das Raumklima und ist einfach und schnell zu verarbeiten. Diese dekorative Decken- und Wandbeschichtung haftet auf allen tragfähigen, sauberen, stabilen und glatten Untergründen, ist aber nicht geeignet auf kunstharzbeschichteten Platten. Sie kann mit Pigmenten eingefärbt werden.



Bild 61: Fa. Fasermix, Gestaltungsbeispiele

Sollten Verschmutzungen durchschlagen, muss auch hier mit einem Naturharz (Schelllack) Absperrrgrund vorgearbeitet werden.

### 4.5.3 Farben, Streich- und Rollputz auf Naturharz- oder Kaseinbasis

Wie alle natürlichen Oberflächen sorgen auch diese Dünnpütze und Farben auf pflanzlicher, mineralischer oder tierischer Basis für ein angenehmes Raumklima. Sie sind atmungsaktiv und lassen sich durch Bürsten, Streichen oder Rollen sehr einfach und schnell verarbeiten. Sie unterscheiden sich durch den Bindemittelzusatz wie Baum- oder Pflanzenharze und durch die verwendeten Grundsubstanzen. Eine Einfärbung geschieht in der Regel durch fertig gemischte Farbkonzentrate oder durch das Einbringen von angerührten trockenen Farbpigmenten.



Bild 62: IQUH (Apaeb, Gunnar Koch)

Durch die Bindemittel haften sie auf den meisten Oberflächen sehr gut und sind deshalb auch vom Laien leicht zu verarbeiten.

## 5 Tapeten

Die Römer bezeichneten ihre Wandteppiche als Tapetum. Heute weisen Tapeten stets eine Papierunterlage auf. Die Oberfläche der Tapeten kann unbeschichtetes oder bedrucktes Papier sein. Zum Teil ist die Oberfläche auch mit Holz, anderen Naturwerkstoffen, Kunststoffen, oder Metallen beschichtet. Tapeten aus nachwachsenden Rohstoffen teilen sich auf in Raufaser-, Textil-, Naturell (Papier- und Leiminhaltsstoffe) -, Fond-, Präge-, Kettfaden-, Naturwerkstoff- (Gräser, Baumblätter), Echtholz furnier-, Kork- und Gewebetapeten.

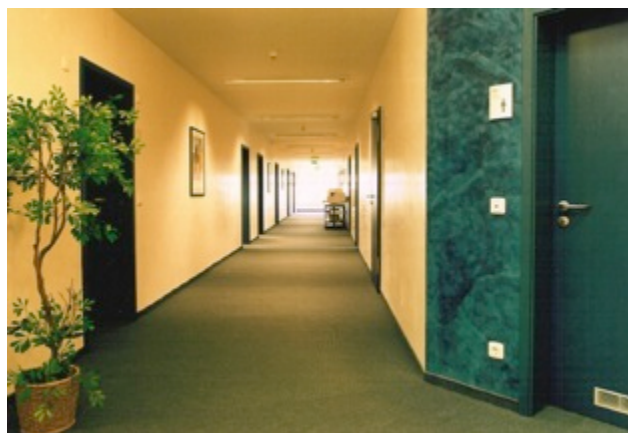


Bild 63: IQUH (Apaeb, Gunnar Koch)

Da die Inhaltsstoffe (z.B. Klebstoffe und chemische Ausrüstungen) der einzelnen Tapetenarten oft nicht vollständig angegeben werden, wird empfohlen beim Kauf sämtliche Inhaltsstoffe der Tapete, des Klebers und des Voranstrichs zu erfragen. Im ÖKO-TEST von 2008 zu Papier- und Vliestapeten mussten alle Produkte beanstandet werden und keines erhielt „sehr gut“ oder „gut“.

Um mit Tapeten ein gutes Raumklima erzielen zu können, sollten auch bei dieser Produktgruppe der Anteil an nachwachsenden Rohstoffen möglichst 100% sein.

Bei allen handelsüblichen Decken- und Wandbelägen besteht die Gefahr, dass Natur- und Synthetikstoffe vermengt werden. Mit synthetischen Zuschlägen oder chemischen Dispersionsfarben werden sie licht-, wasch- und scheuerbeständig und strapazierfähig eingestellt. Sie müssen mechanische und verarbeitungstechnische Anforderungen erfüllen. Die besseren technischen Eigenschaften gehen zu Lasten der raumklimatischen und gesundheitlichen Anforderungen. Tapeten zählen zu den wichtigsten Wandbeschichtungen. In den meisten Wohnungen bedecken sie große Wand- (und oft auch Decken-)flächen. Bei



der Auswahl von Tapeten hat man daher viele Möglichkeiten, positiv auf das Raumklima einzuwirken. Ein natürlicher Wandbelag muss in der Lage sein, durch seine Offenporigkeit überhöhte Luftfeuchtigkeit aufzunehmen und diese zum Putzuntergrund durchzulassen. Die Feuchtigkeit wird auf diese Weise gespeichert und anschließend, wenn die Luftfeuchtigkeit im Raum abnimmt, wieder nach innen abgegeben. Haben Tapeten feuchtesperrende Oberflächen oder Kleber, kann die Diffusion behindert werden. Die anfallende Feuchte kann hinter Tapeten ganze Wandflächen befallen und so ein idealer Nährboden für Schimmel und Bakterien sein.



Bild 64: Zipse Fototapete

## 5.1 Papiertapeten

Makulatur- oder Papiertapeten können aus ein oder zwei Papierschichten bestehen, denen zur Erhöhung der Nassreißfestigkeit Substanzen zugesetzt sind, die Formaldehyd enthalten können.

Papiertapeten, die mit einem Altpapieranteil von mindestens 60% hergestellt sind, können mit dem RAL-Umweltzeichen 35 (Blauer Engel) gekennzeichnet sein.

Die Tapetenoberfläche kann unbedruckt oder mit Farbe auf Kunststoffdispersionsbasis bedruckt sein. Ebenso können Papiertapeten mit einer Kunststoffbeschichtung ausgerüstet sein, was zu einer Beeinträchtigung der Wasserdampfdiffusionsfähigkeit der Wand und damit zu einer Verschlechterung des Raumklimas führen kann. Grundsätzlich haben unbedruckte, einschichtige Papiertapeten ohne Kunststoffbeschichtung die geringsten schädlichen



Emissionen. Gebrauchte und gestrichene Papiertapeten dürfen nicht als Altpapier entsorgt werden, sie gehören in den Restmüll.

## 5.2 Raufasertapeten

Raufasertapeten werden durch Einarbeiten von Holzfasern und -spänen zwischen zwei Papierschichten strukturiert. Sie enthalten in der Regel 50 % Altpapier und oftmals Kunstharze, um die Reißfestigkeit zu verbessern.

Raufasertapeten mit einem Altpapieranteil von mindestens 80 % können mit dem RAL-Umweltzeichen 35 (Blauer Engel) gekennzeichnet werden. Raufasertapeten sind teilweise bereits vorgestrichen, so dass ein einziger deckender Anstrich genügt. Als Anstrichmittel eignen sich Naturharz-Dispersionfarben, Kasein-, oder Mineralfarben.

Generell gilt: Je öfter die Oberfläche gestrichen wird, desto mehr wird die Wasserdampfdiffusionsfähigkeit der Wand eingeschränkt. Aus ökologischer Sicht sind einschichtige Raufasertapeten, die frei von Kunstharzen sind, am umwelt- und gesundheitsverträglichsten. Gestrichene Raufasertapeten dürfen nicht als Altpapier entsorgt werden.

Papiertapeten und Raufasertapeten können mit einem Methylzelluloseleim ohne weitere chemische Zusätze verklebt werden.

Das mittelschwere Papier enthält Holzfaserezusätze, Holzspäne, chlorfreien Zellstoff, Stärke, Kreide und Naturharzleim. Je nach Form und Größe der Holzfasern lassen sich Raufasertapeten mit unterschiedlichen Strukturen herstellen (Grob-, Mittel- und Feinkorn). Unbeschichtete Raufasertapeten können nach dem Verkleben mit volldeklarierten Naturfarben gestrichen werden.

Im ÖKO TEST von 2008 schnitten alle 12 geprüften Raufasertapeten mit „sehr gut“ ab. Geprüft wurde auf einige Schadstoffemissionen und die Verarbeitbarkeit.

## 5.3 Naturfasertapeten

Unter dem Oberbegriff Naturtapeten sind Kork-, Holz-, Gras- und andere Naturfasertapeten zusammengefasst. Die Naturmaterialien werden auf ein Trägermaterial aus Papier aufgeklebt.

Man sollte beim Kauf darauf achten, dass die Naturfasern aus naturbelassenen Materialien bestehen und nicht mit toxischen Fungiziden behandelt wurden. Bei Korktapeten ist darauf zu achten, dass der Kork nicht mit Kunstharzen, sondern mit seinen eigenen Harzen gebunden ist. Für das Verkleben von Tapeten die aus Naturholz bestehen sollten, empfiehlt sich Methylzelluloseleim ohne chemische Zusätze. In Schlafzimmern sollte man Tapeten mit möglichst glatter Oberfläche verwenden, damit die Staubansammlung an der Wandoberfläche auf ein Minimum reduziert wird.

## 5.4 Textiltapeten

Textiltapeten bestehen aus auf Tapetenpapier aufgeklebten (kaschierten) Natur- oder Synthefasern. Als Synthefaser wird hauptsächlich Polyacrylnitril verwendet. Bei den Naturfasern handelt es sich um Wolle, Seide, Sisal, Baumwolle, Leinen oder Jute. Um eine höhere Reißfestigkeit zu erreichen, werden bei einigen Produkten Urethanharze eingesetzt. Bei diesen Tapeten besteht die Gefahr, dass Isocyanate in die Raumluft abgespalten werden. Wollfasern können mit Formaldehyd als Faserschutz versehen sein, z.T. werden die Textilien auch mit Fungiziden behandelt.

Gewebe- und Kettfadentapeten gehören zu der Gruppe der Textiltapeten. Als textiles Material werden für beide Gruppen Natur- und Kunstfasern eingesetzt. In Tapeten verwendete Naturfaserstoffe sind Pflanzenfasern (Baumwolle, Flachs), Tierfasern (Wolle, Seide) und anorganische Fasern (Metall- und Glasfasern). Da die Gewebetapeten in der Regel mit Dispersionskleber verklebt oder durch Einbetten in geschmolzenes Polyethylen hergestellt werden, gelten sie als gesundheitlich bedenklich und verschlechtern durch diffusionshemmende Klebschichten das Raumklima.

## 5.5 Kunststofftapeten

Vinyl-Kunststofftapeten werden auf verschiedene Art und Weise, nämlich zusammen mit Papierträger, Damast, Gewebe. Glasfaser und Kunststoffanteilen hergestellt,

Vinyltapeten sind Kunststofftapeten aus Polyvinylchlorid- (PVC) oder Polyurethan- (PU) Weichschäumen. Als Trägermaterial werden Tapetenpapier oder textile Gewebe verwendet. Vinyltapeten besitzen schlechte elektrostatische Eigenschaften (Staubfänger), sind kaum diffusionsfähig und verhindern die Wärmespeicherung der Wand. Schließlich sind noch Fototapeten mit Papier- und Kunststoffdrucken auf dem Markt.

Laut Herstellerempfehlung sollen Vinyltapeten mit einem fungizidhaltigen (pilztötenden) Kleister geklebt werden. Aus den stark weichmacherhaltigen Kunststoffbeschichtungen können über einen längeren Zeitraum Weichmacher und Flammschutzmittel freigesetzt werden. Bei eingefärbten Vinyltapeten wurden Lösemittelbestandteile der Farben nachgewiesen. Im Brandfall entstehen bei Vinyltapeten aus Polyvinylchlorid (PVC) stark ätzende Gase (Salzsäure) sowie Dioxine und Furane. Vinyltapeten sind wegen ihrer umweltfeindlichen Produktlebenslinie und dem negativen Einfluss auf das Raumklima sehr problematisch und müssen getrennt vom Hausmüll entsorgt werden.

## 5.6 Sondertapeten

In diese Kategorie fallen Abschirmtapeten mit eingearbeiteten Metallgitterstrukturen, was einen gewissen Schutz vor künstlich erzeugten Störfeldern garantiert.

Ebenfalls zu den Sondertapeten zählen die Abschirmtapeten gegen Schadstoffe, welche aus Baumaterialien ausgasen (Formaldehyd, Holzschutzmittel usw.). Sie sind entweder mit Pflanzen-Aktivkohle oder Alu-Absperrfolie ausgestattet.

Dämmtapeten bestehen aus der optischen Vorderansicht aus den unterschiedlichsten Materialien und Farben und einem Styropor Dämmschichtaufbau auf dem Rücken.

## 5.7 Kleister, Voranstriche und Grundierungen

Die Tapetenkleister der Naturfarbenhersteller basieren auf modifizierter Kartoffelstärke und Kaolin. Sie sind zum Verkleben von Raufaser- und Papiertapeten geeignet. Für Textil-, Glasfaser-, Foto- und andere schwere Tapeten können sie nicht verwendet werden. Da dieser Naturkleister keine Konservierungsstoffe enthält, muss er noch am gleichen Tag verarbeitet werden. Er kann laut den Angaben der Hersteller im Hausmüll entsorgt werden und ist für die Umwelt und die Gebäudenutzer unproblematisch. Für schwere Tapeten gibt es keinen spezifizierten Tapeten- und Belagskleber aus nachwachsenden Rohstoffen, der mit gesundheitlich unbedenklichen Inhaltsstoffen hergestellt wird. Als Alternative bieten sich Kasein- oder Naturharzkleber an.

Grundierungen und Voranstriche sind teilweise hoch kunststoffvergütet und schränken daher die Feuchteausgleichswirkung innerhalb den Wandaufbauschichten ein.

Des Weiteren muss man mit Ausdünstungen rechnen die in die Raumluft abgegeben werden können.

| Produktgruppe und Zubehör                    | Tapeten | Inhaltsstoffe                                                        | Statische Aufladung | Dampfdiffusionswiderstand |
|----------------------------------------------|---------|----------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------------|
| Papiertapete mit geringem Kunststoffanteil   |         | Papier+Farbstoffe+Hilfsstoffe                                        | gering              | gering                    |
| Papiertapete mit hohem Kunststoffanteil      |         | Papier+Farbstoffe+Hilfsstoffe+Kunsthharze                            | hoch                | hoch                      |
| Raufasertapete mit geringem Kunststoffanteil |         | Papier+Hilfsstoffe                                                   | gering              | mittel                    |
| Raufasertapete mit hohem Kunststoffanteil    |         | Papier+Hilfsstoffe+Kunsthharze                                       | hoch                | hoch                      |
| Kunststofftapeten                            |         | Kunsthharze+ Polymere+ Papier+Hilfsstoffe                            | hoch                | hoch                      |
| Flüssigtapeten (Naturfasern)                 |         | Baumwolle (Zellulose)+Methylzellulose                                | gering              | gering                    |
| Grundierungen, mR/nR                         |         | Silikat, Kalk, Naturharze                                            | -                   | gering                    |
| Grundierungen, kunsthharzbasierend mR/fR     |         | Kunststoffpolymere                                                   | -                   | hoch                      |
| Standard-Zelleim                             |         | Holzfaser-Zellulose und Weizen- oder Roggenstärke.                   | -                   | gering                    |
| Fertigkleister                               |         | künstlich hergestellter Methylzellulose und chemischen Hilfsstoffen. | -                   | mittel                    |
| Tapetenkleber für schwere Tapeten            |         | Zellulose oder Kunsthharzen, Methylzellulose, Polyvinylacetat.       | -                   | hoch                      |

Bild 65: IQUH-Tabelle 2009: Tapetenauswahl

### Empfehlung:

Der Handel bietet verschiedene Qualitäten an, wobei von Tapeten in der Regel keine Volldeklarationen vorliegen. Deshalb sollten Verbraucher den Qualitäten mit möglichst wenig Kunststoffanteilen und mit vorbildlich deklarierten Inhaltsstoffen den Vorzug geben. Bei einer Tapete, die noch gestrichen werden muss, sollte man auch bei der Wandfarbe auf die Inhaltsstoffe achten. Im Falle einer Renovierung gilt es zu bedenken, dass Außenwände keine Wärmebrücken aufweisen dürfen, da sich hinter Tapeten oder Klebern und Grundierungen, die einen hohen Dampfwiderstand aufweisen, Schwitzwasser (Kondensat durch Tauwasserausfall) bilden kann. Auf solchen Außenwänden sollte man vorsichtshalber keine Tapeten verwenden, da sie bei Restfeuchten in oder auf Wänden ein optimaler Nährboden für Schimmelpilze und Bakterien sind.



Die Gütegemeinschaft Tapete e. V. hat in Zusammenarbeit mit dem Deutschen Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e. V. ein Qualitätsverfahren für die Tapetenproduktion erstellt. Dieses kann Verbrauchern zur Vororientierung dienen. Gütekontrollen wachen über die Einhaltung von Schadstoff-Grenzwerten und garantieren ein Mindestmaß an ökologisch orientierter Auswahl der Materialien, Farben und Zusatzstoffe,

die bei der Tapetenherstellung eingesetzt werden.



Bild 66: Methner, Klaus - Schimmelbefall unter Tapete

## 6 Holzverkleidungen

Holz besteht, wie alle Pflanzen aus organischen Stoffen (nR) und hat einen sehr guten Einfluss auf das Raumklima. Bei der Anwendung von Holz im Innenbereich ist nach einer fachgerechten Verarbeitung weder mit einem Befall von Insekten und Pilze noch mit einer Schadstoffbelastung zu rechnen. Im Gegenteil, beim Einsatz der optimalen Holzart kann eine Holzverschalung sogar Schadstoffe abbauen. Über die Sorptionseigenschaften von unbehandeltem Holz wurden am Österreichischen Holzforschungsinstitut Wien Versuche u.a. mit Formaldehyd durchgeführt. In einem Raum von 3 x 4 x 2,5 m ist eine Deckenverkleidung aus Holz (Fichte) in der Lage, eine Formaldehydkonzentration von 1,2 ppm innerhalb 3 Stunden auf 0.1 ppm abzubauen.

Kleber in Holzwerkstoffen oder dicht schließende Anstrichmittel behindern diese positiven Eigenschaften.

### 6.1 Verkleidungen aus Vollholz

Vollholz verändert sein Volumen und seine Form beim Trocknen und beim Quellen. Es gehört zu den porösen Werkstoffen und hat, wie Putze und Farben auch, sogenannte Kapillaren, die Wasserdampf inklusive darin befindliche Raumlufschadstoffe aufnehmen und weitertransportieren oder in die Zellstruktur aufnehmen können. Die unterschiedliche Saugkraft der verschiedenen Holz- und Schnittarten muss bei der Anstrichausführung beachtet werden. Holzverkleidungen müssen im Innenbereich nicht behandelt werden. Soll es aus optischen Gründen aufgehellert oder farblich gestaltet werden, sollte man auf wasserlösliche natürliche Farben zurückgreifen.



Bild 67: Auro Farbgestaltung von Holzoberflächen

Tanne, Ahorn oder Buche sind nahezu geruchsneutral. Einige Holzarten, dazu zählen Lärche oder Douglasie, können am Anfang unverhältnismäßig hohe holzeigene Ausdünstungen an die Raumluft abgeben und können bei manchen Menschen, vor allem bei geringen Lüftungsintervallen, zu einer Anreicherung in der Atemluft und beispielsweise zu Reizungen der Schleimhäute führen.

Holzverkleidungen aus Massivholz sind aus nachwachsenden Rohstoffen und schaffen ein rundum positives Raumklima, wenn das Holz nicht stark riecht (ätherische Öle) oder mit chemischen gesundheitsgefährdenden Mitteln behandelt wurde. Es ist antistatisch und vermindert so das Staubaufkommen in Innenräumen. Echtholz auf Raumbooberflächen reguliert das Raumklima besser als verklebte Furnierware. Es bewirkt eine optimale, relativ konstante Raumluftfeuchte von 40-60%, indem es Feuchtigkeit aus der Luft aufnimmt und gegebenenfalls wieder an sie abgibt.

Holz ist sehr gesundheitsverträglich und teilweise durch seine Anteile an ätherischen Ölen in Maßen für manche Menschen auch gesundheitsförderlich. In der Allergologie und in der Umwelt- und Arbeitsmedizin werden Körperreaktionen und Befindlichkeitsstörungen gegenüber Beschichtungen mit Naturharzen beschrieben. Bei Allergikern kann zur Sicherheit ein Hautempfindlichkeitstest bezüglich holzeigenen, natürlichen Inhaltsstoffen durchgeführt werden. Bei der Bearbeitung von Holz und vor allem beim Umgang mit den feinsten Stäuben aus Eichen- und Buchenholz müssen besondere Vorschriften beachtet werden.



Holzverkleidungen sind wegen der Möglichkeit einer Nachbearbeitung (schleifen, neu ölen oder wachsen), der langen Haltbarkeit und der einfachen Recycle- und Verwertungsfähigkeit ökologisch sinnvoll. Eine Behandlung des Holzes mit problematischen Inhaltsstoffen würde sowohl die Gesundheits- als auch die Umweltverträglichkeit und eine umweltgerechte Entsorgung von Holzbauteilen in Frage stellen.

## 6.2 Verkleidungen aus Furnier- und Faserholz

Wenn die Holzdecke nicht aus Massivholz besteht, sondern aus einem mehrschichtigen Aufbau, muss man in der Regel mit synthetischen Klebstoffen rechnen. Man unterscheidet in Schichtholz-, Furnierholz- und Massivholzverkleidungen, deren technische Eigenschaften wie Festigkeit, Widerstandsfähigkeit gegen Witterung und Schädlinge, Biegefestigkeit, mechanische Beanspruchung, Formbeständigkeit usw. verbessert wurden.

Furnierte Holzspanplatten werden durch eine Verklebung von Holzspänen hergestellt. Es gibt sie als Flachpressplatten mit geschliffener und ungeschliffener Oberfläche oder als unbeschichtete oder mit speziellen Klebstoffen beschichtete Strangpressplatten. Holzfaserplatten (gem. DIN 68 750) nennt man Pressplatten aus verholzten Fasern mit oder ohne Füllstoffe und mit Bindemittel. Die neue Generation der tanningebundenen Flachpressplatten (Tannin = Baumharz als Bindemittel) sind großteils mit nachwachsenden und zusätzlich mit synthetischen Kleberanteilen hergestellt. Hartfaserplatten haben eine glatte und eine raue Oberfläche und werden oftmals im Dekorations- und Wandverkleidungsbereich verwendet.

Im Innenbereich werden vornehmlich Massivholzverkleidungen empfohlen um gesundheitsschädliche Ausdünstungen zu minimieren. Vor allem im Schlafbereich sind offenporige Massivholzverkleidungen optimal.

## 6.3 Holzschutzmittel

Holzschutz in Innenräumen ist unter normalen Umständen nicht nötig und aus gesundheitlichen und ökologischen Gesichtspunkten auch nicht ratsam. Giftstoffe gegen Mikroorganismen und Schädlinge, die in Imprägnierungen und Holzanstrichen für den Innenbereich enthalten sein können, gehören zu den fragwürdigsten Anwendungsvorschriften der Vergangenheit und werden teilweise auch heute noch verwendet.



Bild 68: IQUH Schadstoffuntersuchungen/ Holzschutzmittel

Fungizide (pilzwidrige Giftstoffe) und Insektizide (insektenvorbeugende oder -bekämpfende Giftstoffe) werden meistens in öligen Bindemitteln, in Lösemitteln oder als gelöste Salze in das Holz eingebracht (Deck- oder Randschutz durch Aufbringen, Tiefen- oder Vollschutz durch Kesselimprägnierung). Hersteller von Naturprodukten verzichten auf den Einsatz solcher meist auf fossilen Rohstoffen basierenden Wirkstoffe.

## 6.4 Holzbeschichtungen

Wenn eine farbliche Gestaltung oder eine Aufhellung gewünscht wird, sollte auf Naturfarben mit Volldeklaration zurückgegriffen werden. Empfehlenswert sind wassergelöste Farbsysteme ohne petrochemische Inhaltsstoffe.

Holzlasuren werden in vielen verschiedenen Qualitäten und Farbtönen, mit und ohne Wachszusatz, als Dick- oder Dünnschichtsysteme angeboten. Produkte mit hohen Kunststoffanteilen oder Nanopartikeln sollte man vermeiden. In einer neuen Studie weist das Umweltbundesamt (UBA) aktuell auf die möglichen Gesundheitsgefahren von Produkten hin, die mit Hilfe von Nanotechnologie hergestellt wurden. (UBA: Pressemeldung vom 21.10. 2009)

Verschiedene Bindemittel auf Naturharz - Dispersionsbasis (wasserverdünnt) kommen zum Einsatz. Innenlasuren dürfen für den Menschen keinesfalls gesundheitsschädlich sein - „fragen Sie Ihren Verkäufer, Architekten oder Handwerker“. Eine mögliche Reizreaktion der Schleimhaut bei bestimmten empfindlichen Menschen und Allergikern kann durch die Verwendung reiner Wasserbeizen verhindert werden. Zudem kann man mit

Schelllackgrundierungen den für einzelne Menschen als lästig empfundenen Eigengeruch des Holzes auf ganz natürliche Art und Weise nahezu vollständig ausschalten.

## 6.5 Vorsicht: Verkleidungen in Feuchträumen

Falls beim Einbau einer Holzdecke die Gefahr von Wärmebrücken besteht, muss zwingend eine Dampfbremse eingebaut werden. Aus bauphysikalischen Gründen (Kondensationsfeuchte auf der Rückseite durch innenliegenden Taupunkt=Schimmelgefahr) ist hier erhöhte Vorsicht geboten.

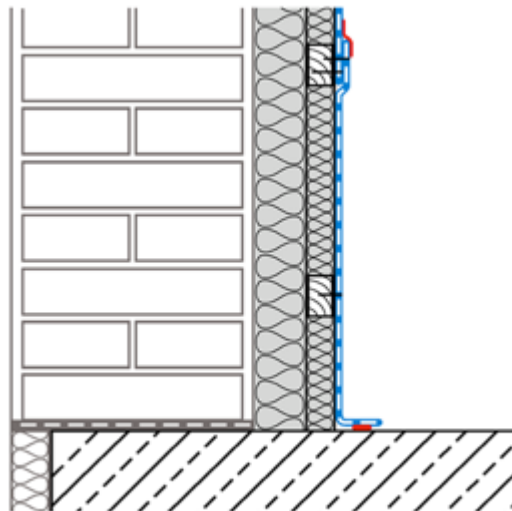


Bild 69: ProClima Schnitt einer Anwendung Dämmung

Eine luftdichte Dampfbremse aus faserverstärktem feuchtvariablem Papier kann entweder mit einer wärmedämmenden Holz-Weichfaserplatte oder nur mit einer Dampfbremspappe ausgeführt werden und ist generell bei einer fehlenden Außenwanddämmung wegen einer drohenden Auskühlung der Geschossdecken aus Beton vorsorglich einzuplanen.

In Feuchträumen und im Badbereich sollte außerdem eine Hinterlüftung durch den Einbau einer Schattenfuge im Wandbereich (ca. 2-5 cm Abstand der Holzdecke zur Wand) vorgesehen werden. Diese sorgt für die nötige Belüftung hinter der Verkleidung.

## 7 Innenraumgestaltung im Sanierungsfall

Viele durch Gebäude hervorgerufene gesundheitliche Beschwerden könnten durch eine Innenwandgestaltung mit beispielsweise diffusionsfördernden und gesundheitlich unbedenklichen Naturharz-, Kalk-, Silikat- oder Lehmputzen oder Holzoberflächen verhindert werden. Auch die oftmals verwendeten, technisch begründeten, synthetischen Zusatzstoffe sollten auf den Prüfstand, wenn zukünftig umwelt- und gesundheitsverträglichere Innenwände erstellt werden sollen.

Der interessierte Verbraucher will heutzutage genaue Inhaltsstoffdaten von Bauprodukten, um dann eine risikoärmere Auswahl treffen zu können.

### **Mit speziellen Wandbeschichtungen kann man**

- Schadstoffe in Materialien absperren,
- Raumluftschadstoffe abbauen,
- künstliche Strahlung abschirmen,
- Brandschutz verbessern und
- Schall absorbieren.

### **7.1 Sonderfall: Nachträgliche Absperrung von giftigen Holzschutzmitteln**

Im Altbau- und Sanierungsbereich sind Schelllackprodukte auf dem Markt, die gefährliche Altlasten im Holz absperren können. Dies funktioniert jedoch nur ausreichend, wenn man alle Seiten des gesundheitsbelastenden Holzes bearbeiten kann. Wenn das nicht möglich ist hilft nur noch das Entfernen oder das komplette Absperrn eines Bauteils mit einer dampfdichten Alufolie.



Bild 70: IQUH PCP- Absperrung mit Alu- Tapete und - Band

## 7.2 Fogging

Dr.-Ing. Heinz-Jörn Moriske, der Wissenschaftliche Direktor im Umweltbundesamt Berlin, ist schon seit dem Winter 1995/96 mit Anfragen beschäftigt, in denen von plötzlich aufgetretenen, rußähnlichen Staubablagerungen in Wohnungen berichtet wurden. „Die Ablagerungen waren in der Regel innerhalb weniger Wochen, in Extremfällen auch innerhalb weniger Tage entstanden und traten zum Teil massiv in mehreren Räumen der Wohnung auf. Vom Aussehen her ähnelten sie rußartigen Stäuben, weshalb in vielen Fällen zunächst an undichte Schornsteine, defekte Heizungsanlagen oder rußende Verbrennungsvorgänge in der Wohnung als mögliche Ursache und Eintragsquelle dieser Stäube gedacht wurde.“ (Moriske H.-J.: „Schwarze“ Wohnungen und der „Fogging-Effekt“ – einem Phänomen auf der Spur).

Foggingablagerungen sind immer „schwarz-grau“ und fühlen sich ölig-schmierig an, oder sind schon hart und wischfest. Sie setzten sich gerne oberhalb von Wandheizkörpern als Schwarzsuffahnen ab, an Sockelleisten von Teppichböden, weißen Tapeten, gefliesten Wänden, kalten oder diffusionsdichten Oberflächen (Kunststoff-Fenster, Steckdosen, Lichtschalter, Küchen- und Badmöbel mit kunststoffhaltigen Oberflächen) ab.

| Schaden                                                                                                  | Ursachen                                                                                                                       | Schadensbefund                                                                                               | Sanierung                                                                                                                                  | Geeignete Sanierungsprodukte                                                                                                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Fogging durch natürliche (organische) Verbindungen</b>                                                | Kochen, Baden/Duschen, glatte und wenig poröse Oberflächenmaterialien, Wärmebrücken, Feuer, Kerzen, geringe Lüftungsintervalle | Bräunlich schwarze Fahnen auf weißen Oberflächen, oft über Heizkörper und auf Außenwänden, leicht abwischbar | Lüftungsintervalle erhöhen vor allem beim Duschen, Kochen und Wäsche trocknen ausreichend stoßlüften.                                      | Kalk- und Lehmoberflächen, weil mineralische Oberflächen Raumluftsäuren reduzieren können.                                        |
| <b>Fogging durch künstliche (organische) Renovierungsprodukte und natürliche organische Verbindungen</b> | Natürliche Ausdünstungen, neue Kleber, Farben, Tapeten, Möbel, Putzmittel etc.                                                 | Schwarze Fahnen auf weißen Oberflächen, oft über Heizkörper und auf Außenwänden, schwer abwischbar           | Lüftungsintervalle erhöhen, atmungsaktive, poröse und mehr mineralische Oberflächenanteile vorsehen, Reinigungs- und Pflegemittel wechseln | Kalk- und Lehmoberflächen, weil anorganische Materialien, natürliche Reiniger und Pflegemittel verwenden. (siehe Herstellerliste) |

Bild 71: IQUH-Tabelle Fogging

Wenn Ablagerungen vom Ofenfeuer, Kochen, Baden oder natürlichen Kerzen stammen sind sie unproblematisch und unter Zusatz von einfachen Tensiden zu entfernen. Gibt es bei der Analyse der Schwarzußablagerungen keine Hinweise auf natürliche Ausdünstungen oder Verbrennungsrückstände (Ruß, PAKs), sondern findet man statt dessen schwerflüchtige organische Verbindungen, insbesondere Weichmacher, langkettige Alkane, Alkohole und Karbonsäuren in den Ablagerungen, kann man diese nur mit hochprozentigen Reinigungsmitteln wieder entfernen.



Bild 72: Fa. Klimasan, Kalkdämmputz nach Sanierung

Nach derzeitigem Erkenntnisstand (*WENSING* et al. 1998; *MORISKE* 1999 u. 2000b; *MORISKE* et al. 2000) kommen vielerlei Einflussfaktoren für das Entstehen der Ablagerungen in Betracht. Bei der Errichtung oder Renovierung der Wohnungen wurden Produkte eingesetzt, die verstärkt schwerflüchtige (höhersiedende) organische

Verbindungen in die Raumluf abgeben. Gemäß der Analyse von Proben handelt es sich dabei vor allem um Weichmacherverbindungen (Phthalate) sowie träge und langkettige Alkohole, die meist aus den Oberflächen der neuen Möbel, Fußbodenbeläge oder Wandfarben entstammen.

Man weiß heute durch Untersuchungen von Baumaterialien, Raumluf- oder Hausstaubmessungen, dass das Austreten dieser Verbindungen noch Monate nach der Anwendung der Produkte andauern kann und durch Umgebungseinflüsse, wie z. B. erhöhte Temperatur- und Raumlufteuchtwchsel im Material oder Raum, beeinflusst wird.

#### **Ursachen für wischfesten Foggingbelag:**

- Wärmebrücken,
- diffusionsbremsende Oberflächen,
- auffallend viele und sehr beständige mittel- bis schwerflüchtige Schadstoffe aus Möbeln und Bauprodukten mit fossilen Rohstoffinhalten,
- Verwendung von Putzmitteln, Öllampen, Kerzen aus fossiler Herkunft und das
- Lüftungs- aber möglicherweise auch das Heizverhalten.

Viele der vermeintlich umweltfreundlichen und lösemittelfreien Produkte sind nicht frei von Risikostoffen, Kunststoffen oder foggingfördernden Substanzen. Um Fogging sicher zu erkennen und zu vermeiden, sollte man einen erfahrenen Bauexperten zu Rate ziehen, damit dieser die richtige Strategie bezüglich der Baustoffauswahl, des Wärmeschutzes und des Lüftungsverhaltens vorschlägt.

## **7.3 Feuchte- und Schimmelsanierung von Oberflächen**

Bei der Bekämpfung, Sanierung und Prävention von Schimmelflecken sollte man auf keinen Fall den „Teufel mit dem Belzebub austreiben“. Erdölbasierte fungizide Anstriche töten zwar Mikroorganismen ab, da sie aber abiotisch sind, sind sie auch schädlich für uns Menschen. Das damit verbundene Risiko einer Atemluft- und Hausstaubbelastung oder einer chronischen Belastung der Hausbewohner durch unverwüßliche chemische Verbindungen ist unbestritten.

Soll der Schimmelbefall neben der Ursachenbeseitigung auch tiefenwirksam behandelt werden, kann dies gleichermaßen ohne erdölbasierte Wirkstoffe bewerkstelligt werden, nämlich entweder mit Wasserstoffperoxid (welches sich mit Wasser wieder sehr schnell



verdünnen lässt), oder mit reinem Alkohol (> 70 % Ethylalkohol aus Pflanzen). Aber Vorsicht! Hierbei ist unbedingt auf geeignete Arbeitsschutzmaßnahmen zu achten.



Bild 73: Methner, Klaus: Arbeitsschutz bei Schimmelsanierung  
Dämmschaden mit Gipskartonplatten auf Betonkellerwand

Bakterien und Schimmelpilze befinden sich bevorzugt auf feuchten oder schlecht gedämmten Außenwandinnenseiten. Später findet man sie auch im Hausstaub, sie produzieren mikroskopisch kleine Sporen. Als Nährböden dienen organische natürliche Materialien, wie Tapeten und Anstriche, aber auch Kunststoffe. Pilze wachsen bei über 70-80% relativer Luftfeuchte und Oberflächenfeuchte auf kalten Wänden mit Taupunktproblemen. Sie verursachen Pilzerkrankungen (Mykosen und Allergien), geben Riech- bzw. Schadpartikel an die Umgebungsluft ab und produzieren gefährliche organische Verbindungen (Mykotoxine).

| Schaden                      | Ursachen                                                                                                                                | Schadensbefund                                                                   | Sanierung                                                                        | Geeignete Sanierungsprodukte              |
|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| <b>Schimmel sichtbar</b>     | Hohe Raumfeuchte, Materialfeuchte, organische Oberflächen, schlechte Be- u. Entlüftung, Wärmebrücken                                    | Optisch wahrnehmbar, Thermographie, Feuchtemessprotokoll, geruchlich wahrnehmbar | Entfernung gemäß Richtlinien, Ursachen beseitigen, Feinreinigung                 | Kalkprodukte, Alkohol, Wasserstoffperoxid |
| <b>Schimmel unsichtbar</b>   | Kellerwand mit Wasserschaden, feuchte Wände und Estriche, Wärmebrücken                                                                  | Geruchlich wahrnehmbar, Hausstaubmessung, Raumluftmessung, Schimmelhund          | Bauteil öffnen, Entfernung gemäß Richtlinien, Ursachen beseitigen, Feinreinigung | Kalkprodukte, Alkohol, Wasserstoffperoxid |
| <b>Verkeimung unsichtbar</b> | Alter Feuchte- oder Schimmelschaden, keine Feuchte mehr messbar, Geruchsbildung auch unter Estrichen, hinter Tapeten oder Verkleidungen | Geruchlich wahrnehmbar, Raumluftmessung, Schimmelhund                            | Bauteil öffnen, verkeimtes Material austauschen, Ursachen beseitigen             | Weißkalk, Wasserstoffperoxid              |

Bild 74: IQUH - Tabelle Schimmel- Ursachen, Befund, Sanierungsprodukte

Die mikrobiellen leichtflüchtigen organischen Gase (MVOCs) können sowohl sichtbar als auch hinter Bauteilen (Estriche, Innendämmungen und Unterkonstruktionen), manchmal sogar unerkannt entstehen. Sie verursachen, ähnlich wie synthetische VOCs (petrochemische organische Gase), Schleimhautreizungen, Kopfschmerzen, Müdigkeit, Asthma sowie chronische Beschwerdebilder. Da Pilzinfektionen drastisch zunehmen, ist dringend auf eine geregelte Luftfeuchte und gezieltes Lüften zu achten. Zudem müssen Wand- und Oberflächenkältebrücken vermieden werden (Gefahr der Wasserdampf-Kondensation).

## 7.4 Materialien zur Geruchsminderung

Geruchs-, Schadstoff- oder Schimmelbelastungen, die immer öfter in Innenräumen zu finden sind, lassen sich heute auch mit Hilfe spezieller Blut-, Stuhl- und Urinalanalysen (Humanbiomonitoring) im Menschen nachweisen.

Sie stehen immer öfter im Verdacht, dass sie selbst im niedrigdosierten Bereich zu chronischen Belastungen, Allergien oder zur Schwächung des Immunsystems und dem „Sick Building Syndrome“ (gebäudebedingte Erkrankung) führen können.

## 7.4.1 Mineralputzsysteme mit absperrender Wirkung

Neben den konventionelle Kunststoffanstrichen oder Metallfolien haben sich bei sehr vielen Sanierungsfällen rein mineralische Dickbeschichtungen bewährt. Der Vorteil liegt in der fugendichten Verarbeitung zu den angrenzenden Wand-, Boden und Deckenbauteilen.

| Belastung in Bauteilen, Putzen und Farben             | Ursachen                                                                                           | Geeignete Beschichtungen je nach Untergrund- und Belastungsart                                                                        |
|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Brandgase und Schadstoffe in massiv gebauten Gebäuden | Zigarettenrauch, Zimmerbrand auch bei Geruchsübertragung durch Sekundärkontaminationen             | 1-3 cm<br>Kalk- oder Silikatputz auf Putz- oder Farbumtergrund, Tapeten immer entfernen                                               |
| Chemische Schadstoffe, Fertighausgeruch               | Formaldehyd, Lösungsmittel, Reiniger, Pflegemittel, Spanplatten/-möbel, Teppiche, Farben und Lacke | 1-3 cm<br>Kalk- oder Silikatputz<br>Bei Span- oder Gipsplattenwänden vorher Putzgewebe oder mineralische Putzträgerplatte aufbringen. |
| Gerüche                                               | Verkeimungs- und Verwesungsgerüche (Schimmel, Bakterien und Hefen)                                 | 1-3 cm<br>Kalk- oder Silikatputz auf Putz- oder Farbumtergrund, Tapeten immer entfernen                                               |

Bild 75: IQUH- Tabelle Absperrputze

Will man aus bauphysikalischen und baubiologischen Erwägungen keine Absperr- oder Metallfolien oder diffusionssperrenden Anstriche auf Erdölbasis verwenden, bietet sich ein reiner Kalk- oder Silikatputz an. Je leichtflüchtiger und wasserlöslicher die abzusperrenden Schadstoffe sind, desto höher sollte die Schichtdicke sein. Sind Wärmebrücken vorhanden, empfiehlt sich ansonsten auch ein Kalk- und Perlitedämmputz.

## 7.4.2 Schafwolle gegen Formaldehyd

In zahlreichen Veröffentlichungen wird die Schafwolle als ein Mittel gegen Schadstoffe in der Raumluft vorgestellt. Vliese aus Schafwolle sollen **Formaldehyd** und andere häufig vorkommende Luftschadstoffe wie **Zigarettenrauch** oder **Lösungsmittel** binden können. Darüber hinaus soll Schafwolle auch gegen andere schlechte Gerüche in Innenräumen wirken – die sog. **Raumluftsäuren**.



Bild 76: [www.doschaWolle.de](http://www.doschaWolle.de) Schafwolldämmung

Offensichtlich haben sich die Schafwoll-Vliese in der Praxis bereits vielfach bewährt. Nach Untersuchungen des Deutschen Wollforschungsinstituts in Aachen ist Wolle in der Lage, selbst hohe Schadstoffkonzentrationen deutlich zu senken. Der Abbaumechanismus ist ein einfacher chemischer Vorgang. Das Wollvlies besteht zum größten Teil aus Eiweißen, den Keratinen. Wenn Raumluft in die Faser eindringt, verbinden sich die Keratine mit den Schadstoffen und werden fest eingebunden. Der Prozess funktioniert über längere Zeit, ohne dass die Wolle die giftigen Rückstände wieder an die Raumluft abgibt.

Wer eine erhöhte Schadstoffbelastung der Raumluft festgestellt hat, dem bietet sich mit dem Wollvlies eine einfache Reduzierungsmaßnahme an. Da damit nur eine Reduzierung der Belastungen erreicht werden kann, sollte immer auch der Ursache auf den Grund gegangen werden. Mit Sumpfkalkanstrichen könnte man zusätzlich die restlichen Schadstoffe reduzieren, die sich noch in der Raumluft aufhalten.

## 7.5 Abschirmputz/-farbe, Abschirmplatten, Abschirmgewebe

### 7.5.1 Konzepte gegen Stress durch Strom oder Funkwellen

Wegen der immer massiver auftretenden elektrischen Störfelder die durch Haushaltsgeräte, Hausstrom, Mobilfunksender, tragbare Telefone, Babyphone und die Medien- und Kommunikationstechnik hervorgerufen werden, steigt der Wunsch der Bauherren, in einen stressreduzierten Schlafplatz zu investieren um ruhig durchschlafen zu können. Vor allem bei Kindern stellt man immer öfter Konzentrationsstörungen oder Verhaltensauffälligkeiten

fest, die durch künstliche hochfrequente oder niederfrequente elektrische Felder am Schlafplatz hervorgerufen wurden, und die Störungen nach der Stromabschaltung wieder weg waren.

| Belastungsart   | Ursachen                                                             | Geeignete Sanierungsprodukte                                                                           |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Hausstrom       | Stromleitungen am Schlafplatz, Haushaltsgeräte, Unterhaltungstechnik | Netzfreeschaltung und Putzgewebe, Abschirmputz/-farbe, Abschirmplatten gegen elektrische Wechselfelder |
| Strom von außen | Bahnstrom, Überlandleitungen etc.                                    | Abstand halten                                                                                         |
| Mobilfunk       | Mobilfunksender, Radar, Funk, Mobiltelefone, WLAN, Handys etc.       | Putzgewebe, Abschirmputz/-farbe, Abschirmplatten                                                       |
| Elektrostatik   | Metall- oder kunststoffhaltige Oberflächen                           | Reine Holz-, Stein-, Naturharz-, Mineral- und Naturfaserprodukte verwenden                             |

Bild 77: IQUH- Tabelle Elektrosmog

Neben einem speziellen Putz-Armierungsgewebe zur Abschirmung von Elektro-Smog und einer Abschirmplatte auf Gipsbasis gibt es auch Farb- und Putzsysteme mit Karbonfasern. Sie sind korrosionsbeständig und leitfähig. Anwendung finden Abschirmmaterialien dort, wo Antistatik oder Abschirmung elektrischer und elektromagnetischer Felder gefordert werden.



Bild 78: Y- Shield Abschirmfarbe

Im 50Hz Niederfrequenz-Hausstrombereich beträgt die Schirmdämpfung des elektrischen Feldes mehr als 90%. Im Hochfrequenz-Bereich von 20kHz bis 10GHz beträgt die Dämpfung

des elektromagnetischen Feldes nahezu an die 100%. Das heißt, selbst Funk- und Radarwellen werden durch Reflektion bis zu 99% abgeschirmt.

Abschirmmaterialien können im Neubau, z.B. auf Maschinenputzen, ebenso wie nachträglich bei der Altbaurenovierung verwendet werden und lassen sich auf Kalk- und Lehmputzen, Ausbauplatten, Gipsputzen, Kalkzementputzen oder Beton innen und außen auftragen. Abschirmputze kann man problemlos überstreichen, tapezieren oder mit Dekorputzen versehen. Generell ist bei allen Anwendungen zu empfehlen, dass ein Elektrofachmann die Abschirmung an ein ausreichend ableitungsfähiges Erdpotential anschließt, welches schriftlich zu belegen ist. Zuletzt sollte auch die Abschirmwirkung gemessen und protokolliert werden..

## 7.6 Checkliste für eine nachhaltige Innenwandgestaltung

- Putze, Farben oder Lasuren auswählen, die keine oder nur wenige Emissionen abgeben.
- Auf umwelt- und gesundheitsverträgliche, langlebige und pflegearme Produkte zurückgreifen.
- Allergiker sollten die Inhaltsstoffe der angebotenen Produkte prüfen und einen Haut- bzw. Geruchstest durchführen.
- Untergründe genau prüfen. Auf Ebenheit, Materialart, Festigkeit, Feuchte, Gefahrstofffreiheit bei Plattenwerkstoffen, dunklen Tapeten oder alten Holzverkleidungen (Formaldehyd, Holzschutzmittel, Schimmel etc. ) achten.
- Bei der Verwendung von Tapeten auf die Inhaltsstoffe und den Untergrund achten. Da Tapeten auf organischen Inhaltsstoffen basieren, muss auf Wärmebrücken- oder Feuchtegefahren geachtet werden.
- Gute Verarbeitbarkeit, Anwendungsbereiche, Langlebigkeit und optimales Preis- Leistungsverhältnis prüfen.
- Bei schwierigen Untergründen, Schadstoffverdacht oder Feuchteproblemen sollte ein Bauberater oder Handwerker hinzugezogen werden.
- Möglichst sortenreine Putze und Farben, Tapeten, Holz- und Dämmbauteile verwenden. Auf lösemittelfreie/-arme Kleber und auf einen hohen Anteil an nR oder mR - auch bei erforderlichen Haftbrücken, Spachtelungen und Grundierungen - achten.
- Einheimische Produktion oder Rohstoffgewinnung mit Herkunftszeugnis bevorzugen.
- Umweltschutzkriterien bei der Rohstoffgewinnung, dem Transport, der Herstellung, der Verarbeitung, der Nutzung, der Renovierung und der Entsorgung oder Wiederverwendung beachten.

fR = fossiler Rohstoff/z.B. Erdöl, mR = mineralischer/metallischer Rohstoff/z.B. Sand, Eisen, nR = pflanzlicher/tierischer Rohstoff/z.B. Holz, Schafwolle

Bild 79: IQUH-Tabelle 2009: Checkliste für Wand- und Deckenbeschichtungen

## 8 Schlussbetrachtung

Die Innenwandbeschichtung gilt in Fachkreisen als eine der Hauptfaktoren für ein gesundes (oder krankmachendes) Innenraumklima. Durch die Diffusionsprozesse in Raumbooberflächen können gesundheitsgefährdende chemische Inhaltsstoffe in die Atemluft oder später in den Hausstaub gelangen. Diffusionshemmende Schichtaufbauten der Innenwände können Schimmelpilzbildungen, mikrobakterielle Belastungen oder Fogging verursachen. Putzsysteme und Farben aus nachhaltigen Rohstoffen tragen zu einem gesunden Klima im Schlaf- und Wohnumfeld, in Kindergärten, Krankenhäusern, Schulen und am Arbeitsplatz bei.

Des Weiteren sollten Verbraucher vom Staat finanziell angeregt werden, beim Baustoffeinkauf vermehrt nachwachsende Rohstoffe wie Holz zu konsumieren. Pflanzenwachstum bindet CO<sub>2</sub> und beugt so den globalen Klimaveränderungen vor. Mineralische Reinstoffe, wie Kalk- und Lehmputze ohne künstliche Zusatzstoffe sorgen für ein optimales Raumklima. Kalk bindet CO<sub>2</sub>, wirkt auf der Oberfläche alkalisch (= basisch, verringert so Gerüche und Raumluftsäuren) und kann Raumluftschadstoffe beim Trocknungsprozess einbinden. Bei extremem Feuchtewechsel beugt die Alkalität einem Schimmelbefall auf Wänden vor. Durch den Verzicht auf fossile Rohstoffe und die Verwendung von nachwachsenden oder mineralischen Rohstoffen können Risikostoffe in der Atemluft oder im Hausstaub verringert werden.

Die natürlichen Innenwandmaterialien sorgen mit ihren nachwachsenden Rohstoffanteilen nicht nur für ein gesundes Wohnumfeld, sondern schützen den Nutzer, den Verarbeiter und die Umwelt vor schädlichen Einflüssen in allen Lebensphasen eines Baustoffes (Gewinnung, Herstellung, Verarbeitung, Nutzung, Entsorgung). Außerdem trägt die Verwendung von natürlichen Innenwandmaterialien dazu bei, die wertvollen Erdölvorräte zu schonen.

Aus dem Blickwinkel der Nachhaltigkeit sind daher die natürlichen Innenwandbeschichtungen aus vorwiegend nachwachsenden und mineralischen Rohstoffen den fossilen synthetischen Angeboten überlegen.



## 9 Anlagen

### 9.1 Bildnachweis

| Bildthema                                               | Bildherkunft                         |
|---------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Bild 01 Küche                                           | Fa. Livos                            |
| Bild 02 Ofen und Wand mit Kalkputz                      | Fa. Haga                             |
| Bild 03 Schadstoffuntersuchungen/Schimmel auf Außenwand | IQUH                                 |
| Bild 04 Untersuchungen – Fogging durch Schadstoffe      | IQUH                                 |
| Bild 05 Lehmoberflächen – Feuchteausgleich/Küche        | Fa. Lesando                          |
| Bild 06 Wandaufbau                                      | Fa. HOMATHERM                        |
| Bild 07 Wandaufbau                                      | Fa. HOMATHERM                        |
| Bild 08 Luftdichtheit                                   | Fa. ProClima                         |
| Bild 09 Wandheizung auf OSB mit Lehm verputzt           | Fa. Pilosith                         |
| Bild 10 Kalkputz für guten Feuchteausgleich             | Fa. Haga                             |
| Bild 11 gefärbte Kalkoberfläche                         | Fa. Haga                             |
| Bild 12 Grubenlehm                                      | Fa. Pilosith                         |
| Bild 13 Rohstoffabbildungen zu Putzen                   | Fa. Wellwall                         |
| Bild 14 Kalk                                            | Fa. Wellwall                         |
| Bild 15 Sanierung eines Dämmschadens                    | Methner, Klaus: Sachverständigenbüro |

| Bildthema                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Bildherkunft                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Bild 16 Aufbringen von Lehmputz <b>od.</b> Lehmputz natur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Fa Pilosith                               |
| Bild 17a: Primärenergiewerte/Produktion, <a href="http://www.nachhaltigesbauen.de">www.nachhaltigesbauen.de</a>                                                                                                                                                                                                                                                                                  | IQUH-Tabelle                              |
| Bild 17b: Primärenergiewerte/Produktion, <a href="http://www.nachhaltigesbauen.de">www.nachhaltigesbauen.de</a>                                                                                                                                                                                                                                                                                  | IQUH-Tabelle                              |
| Bild 18: , Aus: <a href="http://www.bbl.admin.ch/kbob/00493/00495/index.html?lang=de">Koordinationskonferenz der Bau- und Liegenschaftsorgane der öffentlichen Bauherren KBOB</a> - Ökobilanzwerte ( <a href="http://www.bbl.admin.ch/kbob/00493/00495/index.html?lang=de">http://www.bbl.admin.ch/kbob/00493/00495/index.html?lang=de</a> , Publikationen 2009/1, Ökobilanzdaten im Baubereich) | IQUH-Tabelle                              |
| Bild 19 Tabelle: Abfallregelung für Bauschutt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | IQUH Tabelle                              |
| Bild 20 Klimabox                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | IQUH                                      |
| Bild 21 Schadstoffmessung in der Klimabox                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | IQUH Messstudie                           |
| Bild 22 Naturkalk-Technik                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Fa. Haga                                  |
| Bild 23 Praxisstudie 2007-2009                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | IQUH                                      |
| Bild 24 Messung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Fa. Wellwall, Chemisches Labor Competenza |
| Bild 25 Marmorfaserputz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Fa. Kreidezeit                            |
| Bild 26 Kinderzimmer                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Fa. Auro                                  |
| Bild 27 Lehmoberflächen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Fa. Lesando                               |
| Bild 28: Bewertungsschema für Dämmstoffe innen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | IQUH Tabelle                              |
| Bild 29: Lehmputzträgerplatte auf OSB im Holzbau                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Fa. Pilosith                              |
| Bild 30: Schichtaufbau Kalkputz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Fa. Wellwall                              |

| Bildthema                                                                                                                                                         | Bildherkunft                                                                            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| Bild 31: Feuchteausgleichsverhalten Innenputze                                                                                                                    | IQUH Tabelle                                                                            |
| Bild 32: Sumpfkalk- Becken                                                                                                                                        | Fa. Wellwall                                                                            |
| Bild 33: Hilfs- und Zusatzstoffe und ihre Verwendung                                                                                                              | IQUH Tabelle                                                                            |
| Bild 34: Naturfarben                                                                                                                                              | Fa. casanatura24.de                                                                     |
| Bild 35: Einfärben                                                                                                                                                | Fa. Auro                                                                                |
| Bild 36: Farbstoffe                                                                                                                                               | IQUH Schulungstabelle, Bilder von der Fa. LIVOS, Emern und Fa. Kalkmanufaktur, Mannheim |
| Bild 37: Feuchtequellen in Innenräumen                                                                                                                            | IQUH Tabelle 2009:                                                                      |
| Bild 38: Lehmfarben im Bad                                                                                                                                        | Fa. Lesando oder Fa Claytec                                                             |
| Bild 39: Wohlfühltemperatur                                                                                                                                       | IQUH Tabelle                                                                            |
| Bild 40: Elektrostatische Aufladungspotential Versch. Wandoberflächen (W. Maes, 2000)                                                                             | IQUH-Tabelle 2009                                                                       |
| Bild 41: Messwerte <a href="http://www.wecobis.de">www.wecobis.de</a> f.Baustoffe                                                                                 | IQUH-Schulungstabellen                                                                  |
| Bild 42: IQUH Tabelle: Feuchtegehalt von Baustoffen, Angaben in kg/m³ ( Aus: Dipl. – Ing. U. Gronau, Simulationsgestützte Feuchteuntersuchungen“)                 | IQUH-Schulungstabellen                                                                  |
| Bild 43: IQUH-Schulungstabellen - Vor- und Nachteile von Beschichtungstechniken, Werte aus <a href="http://www.wecobis.de">www.wecobis.de</a> Lacke, Lasuren etc. | QUH-Schulungstabellen                                                                   |
| Bild 44: Eigenschaften von Materialien hinsichtlich der Geruchsminderung                                                                                          | IQUH-Tabelle 2009                                                                       |
| Bild 45: Lehmputz auf Poroton - keine feuchtesperrende Beschichtung                                                                                               | Fa. Pilosith                                                                            |
| Bild 46: Eigenschaften Schallschutz/ Akustik                                                                                                                      | IQUH-Tabelle 2009                                                                       |

| Bildthema                                    | Bildherkunft                       |
|----------------------------------------------|------------------------------------|
| Bild 47: Zuschnitt Lehmwandelement           | Fa. Pilosith                       |
| Bild 48 Strohballenhaus mit Lehm verputzt    | Fa. Pilosith                       |
| Bild 49: Gestaltungsmöglichkeiten auf Lehm   | Fa. casanatura24.de                |
| Bild 50: Kalksteinbruch                      | Kalkakademie Mannheim, Fa. Hessler |
| Bild 51: Gestalten mit Kalkfilzputz          | Fa. Wellwall                       |
| Bild 52: Sumpfkalkputz Die innere Oberfläche | Fa. Wellwall                       |
| Bild 53: Naturkalk- Farbkreis                | Fa. HAGA                           |
| Bild 54: Kalk- Glättetechnik                 | Fa. casanatura24.de                |
| Bild 55: Bad Tadelakt                        | Fa. Kreidezeit                     |
| Bild 56: Wohnzimmer                          | Fa. HAGA                           |
| Bild 57: Lasurtechnik auf Naturharzfarbe     | Fa. Livos                          |
| Bild 58: Kasein-Marmormehlfarbe              | Fa. Kreidezeit                     |
| Bild 59: Glättetechnik                       | Fa. Fasermix                       |
| Bild 60: Spritztechnik                       | Fa. Fasermix                       |
| Bild 61: Gestaltungsbeispiele                | Fa. Fasermix                       |
| Bild 62: Naturharzfarbe                      | IQUH                               |
| Bild 63: Tapete                              | IQUH                               |

| Bildthema                                                                                             | Bildherkunft                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| Bild 64: Fototapete                                                                                   | Fa. Zipse                                                                        |
| Bild 65: Tapetenauswahl                                                                               | IQUH-Tabelle 2009                                                                |
| Bild 66: Schimmelbefall unter Tapete                                                                  | Methner, Klaus: Sachverständigenbüro                                             |
| Bild 67: Farbgestaltung von Holzoberflächen                                                           | Fa. Auro                                                                         |
| Bild 68: Holzschutzmittel                                                                             | IQUH Schadstoffuntersuchungen                                                    |
| Bild 69: Schnitt einer Anwendung Dämmung                                                              | Fa. ProClima                                                                     |
| Bild 70: PCP- Absperrung mit Alu- Tapete und - Band                                                   | IQUH                                                                             |
| Bild 71: Fogging                                                                                      | IQUH-Tabelle                                                                     |
| Bild 72: Klimasan Kalkdämmputz nach Sanierung                                                         | Fa. Naujox Klimasan                                                              |
| Bild 73: Arbeitsschutz bei Schimmelsanierung<br>Dämmschaden mit Gipskartonplatten auf Betonkellerwand | Methner, Klaus: Sachverständigenbüro                                             |
| Bild 74: Schimmel– Ursachen, Befund, Sanierungsprodukte                                               | IQUH - Tabelle                                                                   |
| Bild 75: Absperrputze                                                                                 | IQUH - Tabelle                                                                   |
| Bild 76: Schafwolldämmung                                                                             | Fa. Doschawolle                                                                  |
| Bild 77: Elektromog                                                                                   | IQUH - Tabelle                                                                   |
| Bild 78: Abschirmputz                                                                                 | Fa. YSHIELD EMR-Protection                                                       |
| Bild 79: Checkliste für Wand- und Deckenbeschichtungen                                                | IQUH-Tabelle 2009                                                                |
| Bild 80: Farbanstriche und Putze                                                                      | IQUH Tabelle., <a href="http://www.wecobis.de">www.wecobis.de</a> (siehe Anlage) |

**IQUH – Karl-Heinz Weinisch**

Immobilien- u. Produktbewertungen, Deutschordenstr. 4/3, 97990 Weikersheim, Fon: 07934-9121-0, Fax: 07934-912120,

Mail: [weinisch@iquh.de](mailto:weinisch@iquh.de)

[www.iquh.de](http://www.iquh.de)

**9-91**

| Bildthema                                                                      | Bildherkunft                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| Bild 81: Ökobilanzwerte aus <a href="http://www.wecobis.de">www.wecobis.de</a> | IQUH Tabelle:, <a href="http://www.wecobis.de">www.wecobis.de</a> (siehe Anlage) |

## 9.2 Literatur, Infos

| Literatur, Verbände                                                                                                                                                                                                                                  | Thema, Adresse                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Arbeitsgemeinschaft kontrollierte deklarierte Rohstoffe<br><a href="http://www.positivlisten.info">www.positivlisten.info</a>                                                                                                                        | Mehr Transparenz mit der geregelten Volldeklaration – das ist das zentrale Anliegen der ARGE kdR mit der Hersteller, Anwender und Verbraucher die Informationen zu den Inhaltsstoffen von Produkten erhalten.                                                                                                                                                                                                                       |
| Bablick und Federl,                                                                                                                                                                                                                                  | Das Fachwissen für den Maler und Lackierer, 2. Auflage, München, S. 417 ff                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU)<br>Referat Öffentlichkeitsarbeit · 11055 Berlin<br>E-Mail: <a href="mailto:service@bmu.bund.de">service@bmu.bund.de</a> · Internet: <a href="http://www.bmu.de">www.bmu.de</a> | UMWELT UND GESUNDHEIT<br>Lern-Materialien für Bildung und Information für Grundschulen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Bundesverband Bauberater – kdR, Sonthofen<br><a href="http://www.bauberater-kdr.de">www.bauberater-kdr.de</a>                                                                                                                                        | Bundesweites Netzwerk für praxisbezogene Bauberatungen. Die Mitglieder setzen sich aus Architekten, Handwerkern und Sachverständigen zusammen.                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Dachverband Lehm e.V.<br>Volhard, Franz; Röhlen, Ulrich                                                                                                                                                                                              | Lehmbauregeln, 120 Seiten mit Abbildungen<br>Vieweg+Teubner Verlag, 3. überarbeitete Auflage 2009, ISBN 978-3-8348-0189-0                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen, Stuttgart<br><a href="http://www.dgnb.de">www.dgnb.de</a>                                                                                                                                              | Verein für Gebäudezertifizierungen. Als Grundlage für die Kriterien des DGNB-Zertifikats dienen die Ergebnisse des Runden Tisches Nachhaltiges Bauen am Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS). Darüber hinaus werden aktuelle Normungsarbeiten zur Nachhaltigkeit, Qualitäts- und Gütezertifizierungen für Bauprodukte sowie Umweltdeklarationen auf Basis der internationalen Norm ISO 14025 einbezogen. |
| Deutscher Naturschutzring<br><a href="http://www.dnr.de">www.dnr.de</a>                                                                                                                                                                              | Deutscher Naturschutz-Ring: Frau Dr. Eva Schmincke leitet die europäische Arbeitsgruppe beim europäischen Normungsinstitut CEN, in der die Anforderungen an europäische EPDs für Bauprodukte harmonisiert werden.                                                                                                                                                                                                                   |
| DGfH, Informationsdienst Holz, Arge Bau<br><a href="http://www.dgfh.de">www.dgfh.de</a>                                                                                                                                                              | Wohngesundheit im Holzbau, Arge Bau, 1998,                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| DIN EN 15251: 2005 – 07                                                                                                                                                                                                                              | Bewertungskriterien für den Innenraum einschließlich Temperatur, Raumluftqualität, Licht und Lärm (Norm Entwurf); Deutsche Fassung prEN 15251: 2005.                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Eckermann, W., Ziegert, C.:                                                                                                                                                                                                                          | Auswirkungen von Lehmbaumstoffen auf die Raumluftfeuchte; Calytec, Seminar Skript, 2006.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Fachverband der Stuckateure für Ausbau und Fassade Baden-Württemberg, Wollgrasweg 23, 70599 Stuttgart<br><a href="http://www.stuck-verband.de">www.stuck-verband.de</a>                                                                              | Ausbildung und Qualifizierung für Stuckateure im Fachverband der Stuckateure für Ausbau und Fassade (BMBF zertifiziert)                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| FNR e.V. Gülzow<br><a href="http://www.fnr.de">www.fnr.de</a>                                                                                                                                                                                        | Infos, Veranstaltungen und Broschüren über Nachwachsende Rohstoffe                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Holl, H.-G., Ziegert, C.:                                                                                                                                                                                                                            | Vergleichende Untersuchungen zum Sorptionsverhalten von Werk trockenmörteln., Moderner Lehm bau 2002, Tagungsband, in: Stuttgart; Fraunhofer IRB Verlag, 2002                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Informationsportal Nachhaltiges Bauen                                                                                                                                                                                                                | Internetplattform des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |



| Literatur, Verbände                                                                                                                                                                                                       | Thema, Adresse                                                                                                                                                                                                                             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <a href="http://www.nachhaltigesbauen.de">www.nachhaltigesbauen.de</a>                                                                                                                                                    | Stadtentwicklung, auf der breit gefächert Informationen zum Nachhaltigen Bauen zur Verfügung gestellt werden.                                                                                                                              |
| Institut Bauen und Umwelt e.V.<br>Rheinufer 108, 53639 Königswinter, IBU,<br><a href="http://www.bau-umwelt.de">www.bau-umwelt.de</a>                                                                                     | Das IBU. bietet als Herstellervereinigung Umwelt-Produktdeklarationen (EPD) Ökolabel Typ III gemäß ISO- und CEN-Normung über Herstellungsverfahren, Energieverbrauch oder Umwelt- und CO2 Belastungsfaktoren „Von der Wiege bis zum Grab“. |
| Institut für Qualitätsmanagement und Umfeldhygiene,<br>Deutschordenstraße 6, 97990 Weikersheim<br><a href="http://www.iquh.de">www.iquh.de</a><br><a href="http://www.eco-code.de">www.eco-code.de</a> (Produktdatenbank) | Anbieter von Produkt- und Gebäudezertifizierungen, Innenraumuntersuchungen, Bauseminare zum „Bauen mit Nachwachsenden Rohstoffen“ und berufliche Sachkunde- und Weiterbildungsmaßnahmen..                                                  |
| Int. Verband Naturbaustoffhersteller e.V. (i.G.)<br><a href="http://www.in-ve-na.de">www.in-ve-na.de</a>                                                                                                                  | Zusammenschluss von Naturbaustoffhersteller die überwiegend nachwachsende oder mineralische Rohstoffe verwenden. Ziel ist die Offenlegung der Inhaltsstoffe gegenüber dem Verbraucher und Verarbeiter.                                     |
| Kalkmanufaktur<br>Landzungenstraße 8,<br>68159 Mannheim<br><a href="http://www.kalkmanufaktur.de">www.kalkmanufaktur.de</a>                                                                                               | Ausbildung und Seminare zum Thema Kalkverarbeitung,                                                                                                                                                                                        |
| Künzel, Helmut:                                                                                                                                                                                                           | Bauphysik und Denkmalpflege, 2009, 2., erw. Aufl., 148 Seiten, mit zahlreichen farbigen Abbildungen, 127 Schwarz-Weiß-Abbildungen, Fraunhofer IRB Verlag, ISBN-10: 3816780474<br>ISBN-13: 9783816780472                                    |
| Minke, Gernot:                                                                                                                                                                                                            | Das neue Lehmhaus – Handbuch; ökobuch Verlag, Staufen bei Freiburg, 6. Auflage 2004.                                                                                                                                                       |
| Ministerium für Umwelt, Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz NRW<br><a href="http://www.apug.nrw.de/pdf/leitfaden.pdf">www.apug.nrw.de/pdf/leitfaden.pdf</a>                                                 | Leitfaden: Gesundheitsbewusst modernisieren, 2., überarbeitete Auflage 2007                                                                                                                                                                |
| ÖKO+ Fachhandelsverband, Frankfurt<br><a href="http://www.oekoplus.de">www.oekoplus.de</a>                                                                                                                                | Fachhändler für Baustoffe aus ökologischen und nachwachsenden Rohstoffen wie Dämmstoffe, Bodenbeläge, Farben und Putze etc.                                                                                                                |
| Oster, N., Bredemeyer, J., Schmidt, T.:                                                                                                                                                                                   | Nutzereinfluss auf Schäden an Gebäuden; Fraunhofer IRB Verlag, 2007.                                                                                                                                                                       |
| Radünz Armin                                                                                                                                                                                                              | Bauprodukte und gebäudebedingte Erkrankungen, Bonn 1998                                                                                                                                                                                    |
| UmweltBundesAmt(UBA)<br><a href="http://www.uba.de">www.uba.de</a>                                                                                                                                                        | Umweltbewusstsein und Nachhaltiger Konsum“, 2009<br>Produktökobilanzen und ihre Anwendungsmöglichkeiten im Baubereich, UBA-Texte 69/98                                                                                                     |
| WECOBIS Baustoffdatenbank<br><a href="http://www.wecobis.de">www.wecobis.de</a>                                                                                                                                           | WECOBIS ist ein Forschungsprojekt der Bayerischen Architektenkammer im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Stadtentwicklung (BMVBS).                                                                                      |
| Ziegert Christof und Eckermann Wulf                                                                                                                                                                                       | Auswirkung von Lehmstoffen auf die Raumluftfeuchte“, Stand 6-2006<br><a href="http://www.claytec.be/pdf/de/lehmputz_raumklima.pdf">http://www.claytec.be/pdf/de/lehmputz_raumklima.pdf</a>                                                 |

**IQUH – Karl-Heinz Weinisch**

Immobilien- u. Produktbewertungen, Deutschordenstr. 4/3, 97990 Weikersheim, Fon: 07934-9121-0, Fax: 07934-912120,

Mail: [weinisch@iquh.de](mailto:weinisch@iquh.de)

[www.iquh.de](http://www.iquh.de)

**9-94**

| Literatur, Verbände           | Thema, Adresse                                                                                        |
|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Zwiener Gerd, Mötzl Hildegund | Ökologisches Baustoff-Lexikon, 560 Seiten<br>C.F. Müller Verlag – April 2006, ISBN: 978-3-7880-7686-3 |

## 9.3 Herstellerverzeichnis/Bezug

| Herstelleraadressen                                                                                                                                                                                                                 | Produkt/Beschreibung<br>nR=nachwachsende/tierische Rohstoffe<br>fR=fossile Rohstoffe<br>mR=mineralische/metallische Rohstoffe                                                                                                                              |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Innendämmung/Putzträger</b>                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>CALSITHERM</b> Silikatbaustoffe GmbH<br>D-33175 Bad Lippspringe<br>Tel. 05252-9651-0<br><a href="http://www.calsitherm.de">www.calsitherm.de</a>                                                                                 | CALSITHERM® KLIMAPLATTEN bestehen aus Calciumsilikat, einem Werkstoff auf mineralischer Basis mR                                                                                                                                                           |
| <b>Casadobe</b><br>D-75417 Mühlacker<br>Tel. 07041- 94 22 30<br><a href="http://www.casadobe.de">www.casadobe.de</a>                                                                                                                | Lehmputzplatten, Putze und Farben aus Lehm, Reinkalkputz, Kalkfarbe.<br><b>Produktauswahl</b> ist großteils aus reinen mR, nur geringfügig Produkte auf Basis mR+fR (Hilfsstoffe)+ nR (Füllstoffe), Volldeklarationen vorhanden.                           |
| <b>CLAYTEC e. K</b><br>D-41751 Viersen<br>Tel. 02153 918-0<br><a href="http://www.claytec.com">www.claytec.com</a>                                                                                                                  | Lehmputzplatten, Lehmfarben, Lehm-Edelputze, Streichputze, Schilf, Holzfaserdämmplatten, Jute<br><b>Produktauswahl</b> ist großteils aus reinen mR, nur geringfügig Produkte auf Basis mR+fR (Hilfsstoffe)+ nR (Füllstoffe), Volldeklarationen vorhanden.  |
| <b>conluto®</b> Baustoffe aus Lehm<br>D - 32825 Blomberg/Istrup<br>Tel. 05235 50257-0<br><a href="http://www.conluto.de">www.conluto.de</a>                                                                                         | Lehmputzplatten, Lehmfarben, Lehm-Edelputze, Streichputze, Schilf, Jute Holzfaserdämmplatten.<br><b>Produktauswahl</b> ist großteils aus reinen mR, nur geringfügig Produkte auf Basis mR+fR (Hilfsstoffe)+ nR (Füllstoffe), Volldeklarationen vorhanden.  |
| <b>Daemmwol</b> Naturdämmstoffe GmbH & CoKG<br>A-4183 Traberg<br>Tel. 0043 -72 18- 356_<br><a href="http://www.daemmwol.at">www.daemmwol.at</a>                                                                                     | Schafwoll Dämmplatten für Schadstoffsanierung<br><b>Produktauswahl</b> ist großteils aus reinen nR, nur geringfügig fR (Hilfsstoffe) , Volldeklarationen vorhanden.                                                                                        |
| <b>eiwa</b> Lehm GmbH<br>D-67806 Bisterschied<br>Tel. 0 63 64 / 92 10-0<br><a href="http://www.eiwa-lehmbau.de">www.eiwa-lehmbau.de</a>                                                                                             | Lehmputzplatten, Lehmfarben, Lehm-Edelputze, Streichputze, Schilf, Holzfaserdämmplatten, Jute, Putzträgerplatten<br><b>Produktauswahl</b> ist großteils aus reinen mR, nur geringfügig Produkte auf Basis mR+nR (Füllstoffe), Volldeklarationen vorhanden. |
| <b>Fermacell</b><br>D-47119 Duisburg<br>Tel. 0800 523 5665_<br><a href="http://www.fermacell.de">www.fermacell.de</a>                                                                                                               | Gipsfaserplatten, greenline Gipsfaser-Platte.<br><b>Produktauswahl</b> ist großteils aus reinen mR, nur geringfügig +fR (Hilfsstoffe)+ nR (Füllstoffe)                                                                                                     |
| <b>Flachshaus GmbH</b><br>Tannenkoppelweg 1<br>16928 Falkenhagen<br>Ruf 033986 500-0<br>Fax 033986 500-10<br><a href="http://www.flachshaus.de">www.flachshaus.de</a><br><a href="mailto:info@flachshaus.de">info@flachshaus.de</a> | Dämmstoffe aus Flachs<br><b>Produktauswahl</b> ist großteils aus reinen nR, nur geringfügig mR (Hilfsstoffe), Volldeklarationen vorhanden.                                                                                                                 |
| <b>Gutex</b> Holzfaserplattenwerk<br>H. Henselmann GmbH + Co KG<br>D-79761 Waldshut-Tiengen<br>Tel. 07741 / 60 99-0<br><a href="http://www.gutex.de">www.gutex.de</a>                                                               | Holzfaserdämm- und Putzträgerplatten<br><b>Produktauswahl</b> ist großteils aus reinen nR+ fR (Hilfsstoffe), Volldeklarationen vorhanden.                                                                                                                  |
| <b>HISS REET eK</b><br>D-23843 Bad Oldesloe<br>Tel. 045 31 – 80 99 20<br><a href="http://www.hiss-reet.de">www.hiss-reet.de</a>                                                                                                     | Schilfrohrplatten, Schilfrohrputzträger sind aus nachwachsenden Rohstoffen und besitzen eine vorbildliche Öko- und Energiebilanz.<br><b>Produktauswahl</b> aus reinen nR, nur geringfügig mR (Hilfsstoffe), Volldeklarationen vorhanden.                   |
| <b>Hock GmbH &amp; Co. KG</b><br>86720 Nördlingen<br>Tel +49(0)9081/80500-0<br><a href="http://www.thermo-hanf.de">www.thermo-hanf.de</a>                                                                                           | Lehmputzplatten, Lehm-Edelputze, Streichputze und Lehmfarben,<br><b>Produktauswahl</b> ist großteils aus reinen nR, nur geringfügig fR (Hilfsstoffe), Volldeklarationen vorhanden.                                                                         |

| Herstelleradressen                                                                                                                                 | Produkt/Beschreibung<br>nR=nachwachsende/tierische Rohstoffe<br>fR=fossile Rohstoffe<br>mR=mineralische/metallische Rohstoffe                                                                                                                                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>HOMATHERM</b> GmbH<br>D-06536 Berga<br>Tel. 034651 – 416-0<br><a href="http://www.homatherm.com">www.homatherm.com</a>                          | Zellulose- und Holzfaserdämmplatten<br><b>Produktauswahl</b> ist großteils aus reinen nR, nur geringfügige mR+fR (Hilfsstoffe), Volldeklarationen vorhanden.                                                                                                  |
| <b>Knauf</b> Gips KG/Marmorith/Heraklith<br>D-97346 Iphofen<br>Tell. 09323- 31-0,<br><a href="http://www.knauf.de">www.knauf.de</a>                | Hersteller von Gipsprodukten, Gipsfaserplatte, Knauf Gipskarton, Putz-Systeme Kalkputz, Gipsputz., Zement/Holzfaser Wärmedämm-Verbundsysteme, Farben.<br><b>Produktauswahl</b> ist aus mR, großteils Produkte auf Basis mR+ fR (Hilfsstoffe)+ nR (Füllstoffe) |
| <b>Lignoton</b> GmbH i.G<br>D- 01328 Dresden<br>Tel. 0351 799 21 77<br><a href="http://www.lignoton.de">www.lignoton.de</a>                        | Lehmfaserplatten<br><b>Produktauswahl</b> ist aus reinen mR, Volldeklarationen vorhanden.                                                                                                                                                                     |
| <b>PAVATEX</b> GmbH<br>D-88299 Leutkirch<br>Tel. 07561 – 9855 –0<br><a href="http://www.pavatex.de">www.pavatex.de</a>                             | Holzfaserdämmplatten, Putzträger<br><b>Produktauswahl</b> ist großteils aus reinen nR, nur geringfügig Produkte auf Basis mR+fR (Hilfsstoffe)+ nR (Füllstoffe), Volldeklarationen vorhanden.                                                                  |
| <b>PILOSITH</b> GmbH<br>37176 Parenden<br>Tel. 0 55 03 / 80 52 50<br><a href="http://www.pilosith.de">www.pilosith.de</a> ,                        | Lehmbauplatten, Lehm-Edelputze, Streichputze, Lehmfarben, Schilf, Holzfaserdämmplatten, Jute<br><b>Produktauswahl</b> ist großteils aus reinen mR + nur geringfügig nR (Füllstoffe) , Volldeklarationen vorhanden.                                            |
| <b>Schilfgewinnung</b> Erwin Sumalowitsch<br>A-7141 Podersdorf<br>Tel. 0043 6644400286<br><a href="http://www.rohrwolf.com">www.rohrwolf.com</a>   | Schilfrohrplatten, Putzträger, Trockenausbauplatte, Trennwandsystem, Schilfgranulatplatten, Wandheizung – Rillenplatten<br><b>Produktauswahl</b> ist aus reinen nR, Volldeklarationen vorhanden.                                                              |
| <b>STEICO</b> Aktiengesellschaft<br>D-85622 Feldkirchen<br>Tel. 089 - 991551 – 0<br><a href="http://www.steico.com">www.steico.com</a>             | Dämmplatten aus Holzfaser, Hanf, Furnierschichtholz, Putzträgerplatten<br><b>Produktauswahl</b> ist großteils aus reinen nR, nur geringfügig Produkte auf Basis mR + fR (Hilfsstoffe), Volldeklarationen vorhanden.                                           |
| <b>TEX-BIS</b> Naturbaustoffe GmbH<br>D-61130 Nidderau-Windecken<br>Tel. 0 61 87 - 90 18 20<br><a href="http://www.texbis.de">www.texbis.de</a>    | Lehmbauplatten, Lehm-Edelputze, Streichputze und Lehmfarben,Kork, Hanf, Schilf<br><b>Produktauswahl</b> ist großteils aus reinen mR + nR (Füllstoffe), Volldeklarationen vorhanden.                                                                           |
| <b>UNGER-DIFFUTHERM</b> GmbH<br>D-09114 Chemnitz<br>Tel. 03 71 - 81 56 40<br><a href="http://www.unger-diffutherm.de">www.unger-diffutherm.de</a>  | Lehmbauplatten/- putze, Holzfaserdämmplatten, Jute, Schilf, Putzträgerplatten, E-Smog Abschirmung<br><b>Produktauswahl</b> ist großteils aus reinen nR + geringe mR + fR (Hilfsstoffe) , Volldeklarationen vorhanden.                                         |
| <b>Ziegelwerk Gruen</b> GmbH & Co. KG<br>64354 Reinheim<br>Tel. 06162 3415<br><a href="http://www.gruen-ziegelwerk.de">www.gruen-ziegelwerk.de</a> | Lehmbauplatten, auch für Wandheizung, Lehm-Edelputze, Streichputze und Lehmfarben, Silikatfarben, Schilfplatten, Jute<br><b>Produktauswahl</b> ist großteils aus reinen mR + nR (Füllstoffe) , Volldeklarationen vorhanden.                                   |
| <b>Dampfbremsen aus nR</b>                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Ampack</b> AG Bautechnik<br>CH-9401 Rorschach<br>Tel : +41/71/858 38 00<br><a href="http://www.ampack.ch">www.ampack.ch</a>                     | Sisalex Dampfbremspapier<br><b>Produktauswahl</b> ist großteils aus nR + fR (Hilfsstoffe), Volldeklarationen vorhanden.                                                                                                                                       |
| <b>MOLL</b> bauökologische Produkte GmbH<br>D-68723 Schwetzingen<br>Tel. 0 62 02 - 27 82.0<br><a href="http://www.proclima.de">www.proclima.de</a> | ProClima Dampfbremssysteme<br><b>Produktauswahl</b> ist großteils aus nR + fR (Hilfsstoffe), Volldeklarationen teilweise vorhanden.                                                                                                                           |
| <b>Putze und Farben</b>                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>AURO</b> Pflanzenchemie Aktiengesellschaft<br>38122 Braunschweig<br>Tel: +49 (531) 28141-0                                                      | Vorbildliche Rezepturen, Produkte sind fast ausschließlich aus nR.<br>Deklarierte Kleber, Beschichtungsmittel für Kork- und Linooberflächen, Reinigungs- und Pflegemittel, Teppichreiniger.                                                                   |

| Herstelleradressen                                                                                                                                                                         | Produkt/Beschreibung<br>nR=nachwachsende/tierische Rohstoffe<br>fR=fossile Rohstoffe<br>mR=mineralische/metallische Rohstoffe                                                                                                                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <a href="http://www.auro.de">www.auro.de</a>                                                                                                                                               | <b>Produktauswahl</b> ist großteils aus reinen nR, nur geringfügig Anteile aus mR/fR (Hilfsstoffe/Farbmittel/Trockner), Volldeklarationen vorhanden.                                                                                                                                                              |
| Baumit GmbH<br>D-87541 Bad Hindelang<br>Tel. 08324 921-0<br><a href="http://www.bayosan.de">www.bayosan.de</a>                                                                             | Lehmputze, Kalkputzsysteme, Grundierungen, Mineralische Edelputze<br>Pastöse Oberputze, Nano-Oberflächen<br><b>Produktauswahl</b> ist aus mR, Produkte auf Basis mR + fR (Hilfsstoffe)+ nR (Füllstoffe)                                                                                                           |
| BIOFA Naturprodukte W. Hahn GmbH<br>73087 Bad Boll<br>Tel. 07164 / 9405-0<br><a href="http://www.biofa.de">www.biofa.de</a>                                                                | Naturharz- und Silikatfarben<br><b>Produktauswahl</b> ist großteils aus reinen nR, nur geringfügig Anteile aus mR/fR (Hilfsstoffe/Farbmittel/Trockner/Lösungsmittel), Volldeklarationen vorhanden.                                                                                                                |
| biopin Vertriebs-GmbH<br>26441 Jever<br>Tel.: (04461) 7575-<br><a href="mailto:info@biopin.de">info@biopin.de</a><br><a href="http://www.biopin.de">www.biopin.de</a>                      | Deklarierte Kleber, Beschichtungsmittel für Kork- und Linooberflächen, Reinigungs- und Pflegemittel aus nachwachsenden Rohstoffen.<br><b>Produktauswahl</b> ist großteils aus reinen nR, nur geringfügig Anteile aus mR/fR (Hilfsstoffe/Farbmittel/Trockner/Lösungsmittel), Volldeklarationen vorhanden.          |
| Casadobe<br>D-75417 Mühlacker<br>Tel. 07041- 94 22 30<br><a href="http://www.casadobe.de">www.casadobe.de</a>                                                                              | Lehm-Grob-und Feinputze, Lehmsteine, Lehm-Farbputze, Lehmbauplatten<br>Reinkalkputz, Kalkfarbe<br><b>Produktauswahl</b> ist großteils aus reinen mR + nur geringfügig nR (Füllstoffe), Volldeklarationen vorhanden.                                                                                               |
| Casa NATURA<br>D-72336 Balingen-Endingen<br>Tel: 07433-381147<br><a href="http://www.casanatura24.de">www.casanatura24.de</a>                                                              | Lehm-Grob-und Feinputze, Lehm-Farbputze, Kalkdämmputz, Marmorglätte<br>Reinkalkputz, Kalkfarbe,<br><b>Produktauswahl</b> ist großteils aus reinen mR + nur geringfügig nR (Füllstoffe), Volldeklarationen vorhanden.                                                                                              |
| CLAYTEC e. K<br>D-41751 Viersen<br>Tel. 02153 918-0<br><a href="http://www.claytec.com">www.claytec.com</a>                                                                                | Lehm-Grob-und Feinputze, Lehm-Farbputze, Lehmbauplatten<br><b>Produktauswahl</b> ist großteils aus reinen mR + nur geringfügig nR (Füllstoffe), Volldeklarationen vorhanden.                                                                                                                                      |
| COLFIRMIT RAJASIL GMBH & Co. KG<br>D-95615 Marktredwitz<br>Tel. 09231-802-0<br><a href="http://www.colfirmit.de">www.colfirmit.de</a>                                                      | Putze und Farben auf Kalk und Zementbasis, Spezialist für Feuchte- und Sanierungssystemen mit mineralischen Produkten und technischen Hilfsstoffen.<br><b>Produktauswahl</b> ist großteils aus reinen mR + nur geringfügig nR (Füllstoffe) + fR                                                                   |
| eiwa Lehm GmbH<br>D-67806 Bisterschied<br>Tel. 0 63 64 / 92 10-0<br><a href="http://www.eiwa-lehmbau.de">www.eiwa-lehmbau.de</a>                                                           | Lehmfarben, Lehm-Edelputze, Streichputze, Holzfaserdämmplatten,<br>Schilf, Jute, Lehmbauplatten,<br><b>Produktauswahl</b> ist großteils aus reinen mR + nur geringfügig nR (Füllstoffe), Volldeklarationen vorhanden.                                                                                             |
| Elverino Raumveredelungen<br>Inhaber Elver Jukic<br>D-45897 Gelsenkirchen<br>Tel. 0209/98898819<br><a href="http://www.elverino.de">www.elverino.de</a>                                    | Sumpfkalk- Glätte-Putz, Stucco Technik<br><b>Produktauswahl</b> – keine Angaben im Internet.                                                                                                                                                                                                                      |
| FLOXXAN GmbH<br>D-45549 Sprockhövel<br>Tel.: 0 23 24 / 90 13 06<br><a href="http://www.floxxan.de">www.floxxan.de</a>                                                                      | Baumwoll-Dekorputz, Edelwoll-Putz (80% Schafschurwolle / 20% Seide)<br><b>Produktauswahl</b> ist großteils aus reinen nR + nur geringfügig fR (Wollschutz), Volldeklarationen vorhanden.                                                                                                                          |
| HAGA AG Naturbaustoffe<br>CH-5102 Rupperswil<br>Tel. 0041-62-8974141<br><a href="mailto:info@haganatur.de">info@haganatur.de</a><br><a href="http://www.haganatur.de">www.haganatur.de</a> | Sumpfkalk- Putz, Dämmputze, Kalk- Glätteputz, Silikat-, Lehm-, Kalkputze/-farben<br>Kaseinfarben, Vollsortiment für mineralische Produkte, Putzträgerplatten<br><b>Produktauswahl</b> ist großteils aus reinen mR + nur geringfügig nR (Füllstoffe), Vollsortiment für Kalkprodukte, Volldeklarationen vorhanden. |
| HASIT Trockenmörtel GmbH<br>D-85356 Freising<br>Tel. 08161/602-0<br><a href="http://www.hasit.de">www.hasit.de</a>                                                                         | Kalkputzsysteme, Lehmputze, Putzträgerplatten<br><b>Produktauswahl</b> ist großteils aus reinen mR + nur geringfügig nR (Füllstoffe) + fR                                                                                                                                                                         |
| Hessler Kalkwerke GmbH                                                                                                                                                                     | Naturkalksystem, Kalkputze, Dämmputze, Glätteputze                                                                                                                                                                                                                                                                |

| Herstelleradressen                                                                                                                                                                                        | Produkt/Beschreibung<br>nR=nachwachsende/tierische Rohstoffe<br>fR=fossile Rohstoffe<br>mR=mineralische/metallische Rohstoffe                                                                                                                                                                                                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| D-69154 Wiesloch<br>Tel.: 06222/9275-0<br><a href="http://www.hessler-kalkwerk.de">www.hessler-kalkwerk.de</a>                                                                                            | <b>Produktauswahl</b> ist großteils aus reinen mR + nur geringfügig nR (Füllstoffe), Volldeklarationen teilweise vorhanden.                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Keim Mineralfarben</b><br>Keimstraße 16<br>86420 Diedorf<br>Tel. 0821-4802-0<br><a href="mailto:info@keimfarben.de">info@keimfarben.de</a><br><a href="http://www.keimfarben.de">www.keimfarben.de</a> | Kalk- und Silikatfarben, Wärmedämmverbundsystem, Sanierungssystem<br><b>Produktauswahl</b> aus mR + nur geringfügig nR (Füllstoffe) + fR, Vollsortiment für Silikat- und Kalkprodukte.                                                                                                                                                       |
| <b>Klimasan Perlit GmbH</b><br>D-97031 Würzburg<br>Tel. 09305 – 90 68 12<br><a href="http://www.klimasan-perlit.de">www.klimasan-perlit.de</a>                                                            | Mineralische Kalk- und Dämmputze, Naturkalk-Perlit<br><b>Produktauswahl</b> ist großteils aus reinen mR + nur geringfügig nR (Füllstoffe), Volldeklarationen vorhanden.                                                                                                                                                                      |
| <b>Knauf Gips KG</b><br>Marmorith, Heraklith<br>D-97346 Iphofen<br>Tel. 09323- 31-0,<br><a href="http://www.knauf.de">www.knauf.de</a>                                                                    | Putz-Systeme Kalkputz, Gipsputz, Dispersionsfarbe, Silikonharzfarbe, Silikatfarbe, Wärmedämm-Verbundsysteme, Gipsfaserplatte Knauf Gipskarton<br><b>Produktauswahl</b> ist großteils aus reinen mR + nR (Füllstoffe) + fR (Hilfsstoffe).                                                                                                     |
| <b>KREIDEZEIT Naturfarben GmbH</b><br>D-31196 Sehlem<br>Tel: 05060- 6080-650<br><a href="http://www.kreidezeit.de">www.kreidezeit.de</a>                                                                  | Natürliche Rohstoffe, Farben und Putze<br><b>Produktauswahl</b> ist großteils aus reinen nR und mR + nur geringfügig nR (Füllstoffe), Volldeklarationen vorhanden.                                                                                                                                                                           |
| <b>LEINOS- Reincke Naturfarben GmbH</b><br>21614 Buxtehude<br>Tel. 041 61 – 87 54 9<br><a href="http://www.leinos.de">www.leinos.de</a>                                                                   | Naturharzprodukte<br><b>Produktauswahl</b> ist großteils aus reinen nR, nur geringfügig Anteile aus mR/fR (Hilfsstoffe/Farbmittel/Trockner/Lösungsmittel), Volldeklarationen vorhanden.                                                                                                                                                      |
| <b>Lesando GmbH</b><br>D-97337 Dettelbach<br>Tel. 0 93 24 / 98 13<br><a href="http://www.lesando.de">www.lesando.de</a>                                                                                   | Lehmputz, Lehmfarbe<br><b>Produktauswahl</b> ist großteils aus reinen mR + nur geringfügig nR (Füllstoffe), Volldeklarationen vorhanden.                                                                                                                                                                                                     |
| <b>LIVOS Pflanzenchemie GmbH und Co. KG</b><br>29568 Wieren<br>Telefon: +49 (0) 58 25 – 88 0<br><a href="http://www.livos.de">www.livos.de</a>                                                            | Kalk-, Lehm-, Naturharzfarben<br><b>Produktauswahl</b> ist großteils aus reinen nR, nur geringfügig Anteile aus mR/fR (Hilfsstoffe/Farbmittel/Trockner/Lösungsmittel), Volldeklarationen vorhanden.                                                                                                                                          |
| <b>MKM-Multiwandfaser</b><br>D-76756 Bellheim<br>Tel. 07272-96921<br><a href="http://www.multiwandfaser.de">www.multiwandfaser.de</a>                                                                     | Baumwoll- Decorputz und Zuschlags- und Effektzusatzstoffe<br><b>Produktauswahl</b> ist großteils aus reinen nR + nur geringfügig mR (Füllstoffe)                                                                                                                                                                                             |
| <b>redstone GmbH</b><br>28357 Bremen<br><a href="http://www.redstone.de">www.redstone.de</a>                                                                                                              | Kalziumsilikatplatten, Lehmputz, Silikatputz,<br><b>Produktauswahl</b> ist großteils aus reinen mR + fR (Hilfsstoffe)                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Schaefer Krusemark</b><br>D-65582 Diez<br>Telefon: 0 64 32/50 3-0<br><a href="http://www.schaefer-krusemark.de">www.schaefer-krusemark.de</a>                                                          | Prokalk Putz, mineralische Kalk- und Mischprodukte, Putze, Farben und Dämmstoffe mit künstlichen Zusatzstoffen, Reinkalkprodukte ohne Zusatzstoffe<br><b>Produktauswahl</b> für Prokalk großteils aus reinen mR + nur geringfügig nR (Füllstoffe), Mischprodukte mit fR (Hilfsstoffe)                                                        |
| <b>SCHWENK Putztechnik GmbH &amp; Co. KG</b><br>D-89077 Ulm<br>Tel. 0731 93 41-0<br><a href="http://www.schwenk-putztechnik.de">www.schwenk-putztechnik.de</a>                                            | Putze, Farben und Dämmstoffe mit künstlichen Zusatzstoffen, gute Deklaration<br><b>Produktauswahl</b> ist großteils aus reinen mR + nur geringfügig nR (Füllstoffe) + fR (Hilfsstoffe)                                                                                                                                                       |
| <b>Seiderer FaserMix GmbH</b><br>D-Kirchentellinsfurt<br>Tel. 07121 – 9018 – 0<br><a href="http://www.fasermix.de">www.fasermix.de</a>                                                                    | Baumwollputze- Baumwolle, Jute, mineralischen Effekte, abbaubare nichtlösende Cellulose, Stucco – Kalksand / Reinacrylat- Wandbeschichtung<br>Calcita gereinigte Sande mit Bindemitteln Titanoxid, Wasser, Leinöl, Kalk<br><b>Produktauswahl</b> ist großteils aus reinen nR + nur geringfügig mR (Füllstoffe), Volldeklarationen vorhanden. |

| Herstelleradressen                                                                                                                                                  | Produkt/Beschreibung<br>nR=nachwachsende/tierische Rohstoffe<br>fR=fossile Rohstoffe<br>mR=mineralische/metallische Rohstoffe                                                                                                                                                                  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>SILINWERK</b> van Baerle GmbH & Co.<br>64579 Gernsheim/Rh.<br>Tel.: 0 62 58/94 00<br><a href="http://www.silin.de">www.silin.de</a>                              | Farben und Putze auf Silikatbasis, eigene Silikatherstellung<br><b>Produktauswahl</b> ist großteils aus reinen mR + nur geringfügig fR (Hilfsstoffe), Reinsilikat ohne fR im Angebot, Volldeklarationen teilweise vorhanden.                                                                   |
| <b>Sto AG</b><br>D-79780 Stühlingen<br>Tel. 077 44 57-0<br><a href="http://www.sto.de">www.sto.de</a>                                                               | Grundierungen, Voranstriche, Spachtelmassen, Putze und Farben<br>Innendämmsysteme, mit verarbeitungstechnischen künstlichen Zusatzstoffen<br><b>Produktauswahl</b> besteht generell aus reinen mR + nR (Füllstoffe) + fR (Hilfsstoffe)                                                         |
| <b>Vivere SoloCalce</b><br>D 72631 Aichtal-Grötzingen<br>Tel.: 07127 9558-0<br><a href="http://www.solocalce.de">www.solocalce.de</a>                               | Kalk- Glätteputz, hochwertige volldeklarierte Kalk- und Sumpfkalkprodukte ohne verarbeitungstechnische künstliche Zusatzstoffe<br><b>Produktauswahl</b> ist aus reinen mR + nur geringfügig nR (Füllstoffe) , Volldeklarationen vorhanden.                                                     |
| <b>wellwall GmbH</b><br>D-68159 Mannheim<br>Tel. 0621-309759-0<br><a href="http://www.wellwall.com">www.wellwall.com</a>                                            | Sumpfkalkputze/ - farben, Dämmputze, Kalk- und Glätteputz, Kalk- und Kaseinfarben, volldeklarierte Kalk- und Sumpfkalkprodukte ohne fR, Volls Sortiment für Kalkprodukte<br><b>Produktauswahl</b> ist großteils aus reinen mR + nur geringfügig nR (Füllstoffe) , Volldeklarationen vorhanden. |
| <b>Tapeten/Gewebe gegen E-Smog</b>                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>Biologa</b><br>Elektrotechnik GmbH & Co. KG<br>D-79801 Hohentengen-Stetten<br>Tel.: 0049 (0) 7742 - 8501-0<br><a href="http://www.biologa.de">www.biologa.de</a> | Produkte, die vor den Auswirkungen des Elektrosmog schützen. Geprüfte Produkte wie Abschirmvliese und Abschirmgitter die für eine messbare Reduzierung der Elektrosmogbelastung sorgen.                                                                                                        |
| <b>Erfurt &amp; Sohn KG</b><br>D-42399 Wuppertal<br>Tel. 0 202 / 61 10 – 0<br><a href="http://www.erfurt.com">www.erfurt.com</a>                                    | Raufaser Tapete, Papierprägetapeten, Vliestapeten<br><b>Produktauswahl</b> ist großteils aus reinen nR + fR (Hilfsstoffe)                                                                                                                                                                      |
| <b>Erismann &amp; Cie. GmbH</b><br>79206 Breisach<br>Telefon +49 7667 909-0<br><a href="http://www.erismann.de">www.erismann.de</a>                                 | Struktur-/Vinyltapeten, Papierprägetapeten<br><b>Produktauswahl</b> besteht aus nR und fR + fR (Hilfsstoffe)                                                                                                                                                                                   |
| <b>Graham &amp; Brown Deutschland GmbH</b><br>D-22846 Norderstedt<br>Tel: 040-646661300<br><a href="http://www.grahambrown.de">www.grahambrown.de</a>               | Mustertapeten<br><b>Produktauswahl</b> besteht aus nR und fR + fR (Hilfsstoffe)                                                                                                                                                                                                                |
| <b>ÖKOTest Infos 2009</b>                                                                                                                                           | Mustertapeten aus Papier und Kunststoff                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>ÖKOTest Infos 2006</b>                                                                                                                                           | Test zu Raufaser Tapeten 2006                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Rasch GmbH &amp; Co. KG</b><br>D-49565 Bramsche<br>Tel 0 54 61 - 81 10<br><a href="http://www.rasch.de">www.rasch.de</a>                                         | Mustertapeten<br><b>Produktauswahl</b> besteht aus nR und fR + fR (Hilfsstoffe)                                                                                                                                                                                                                |
| <b>Valutect Umwelttechnik Handels GmbH</b><br>D-22359 Hamburg<br>Tel. 040 - 603 10 78<br><a href="http://www.valutect.de">www.valutect.de</a>                       | Beschichtete Tapeten zur Sanierung kontaminierter Gebäude<br><b>Produktauswahl</b> besteht aus nR und fR + fR (Hilfsstoffe), Alutapeten, Kohleaktivtapeten                                                                                                                                     |
| <b>YSHIELD EMR-Protection</b><br>D-94099 Ruhstorf<br>Telefon: 08531-31713-0<br><a href="http://www.yshield.com">www.yshield.com</a>                                 | Produkte, die vor den Auswirkungen des Elektrosmog schützen. Geprüfte Produkte wie Abschirmfarbe, Abschirmvliese und Abschirmgitter die für eine messbare Reduzierung der Elektrosmogbelastung sorgen.                                                                                         |
| <b>Holzverkleidungen</b>                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>HOLZ HERBST GmbH</b><br>D- 21339 Lüneburg<br>Tel. 04131/ 30 22 - 0<br><a href="http://www.holzherbst.de">www.holzherbst.de</a>                                   | Dekor- oder Echtholzpaneele                                                                                                                                                                                                                                                                    |



| Herstelleradressen                                                                                                             | Produkt/Beschreibung<br>nR=nachwachsende/tierische Rohstoffe<br>fR=fossile Rohstoffe<br>mR=mineralische/metallische Rohstoffe |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Holz Richter</b> GmbH<br>51789 Lindlar<br>Tel. 02266/4735-0<br><a href="http://www.holz-richter.de">www.holz-richter.de</a> | Dekor- oder Echtholzpaneele                                                                                                   |

## 9.4 Infothek für Innenwandgestaltung

| Begriff                                 | Erläuterung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Hüllflächentemperatur</b>            | Die Hüllflächen sind die Oberflächen von Fußboden, Decke und Wänden (Innen- und Außenwände). Beim Wärmeschutz spricht man von den zulässigen Oberflächentemperaturen. Es sollen sowohl Unterkühlung (z.B. Außenwand/Wärmebrücke) als auch unzureichende Erwärmung (z.B. Fußbodenheizung) vermieden werden.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Empfindungstemperatur</b>            | Für die Behaglichkeit ist die Empfindungstemperatur relevant, sie entspricht näherungsweise dem Mittelwert aus Lufttemperatur und der mittleren Oberflächentemperatur des Raumes. Sie wird auch Operative Temperatur genannt.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Wärmequellen</b>                     | Mit einem guten Wärmeschutz kann man jedoch nicht die Nachteile einer Konvektionsheizung (normale Durchströmungsheizkörper) kompensieren. Unter Aspekten der Wirtschaftlichkeit sollte man bedenken, dass eine Strahlungsheizung (Wandheizung, Platten- u. Röhrenheizkörper mit niedrigen Temperaturen) mehr Einsparung bewirken kann als konventionelle Wärmeschutz-Maßnahmen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Wärmeschutz, effizient</b>           | Der Kennwert für den Wärmeschutz von Außenbauteilen ist der U-Wert, er ist aber eine veränderliche Größe und man muss mit Ueff rechnen, dem effektiven U-Wert. Der relevante Faktor für die Energiebilanz eines Außenbauteils ist die Feuchte, die sich sowohl auf das Speicherverhalten als auch auf den U-Wert auswirkt. Neben der Ausgleichsfeuchte spielen die Sorptionsprozesse eine wichtige Rolle. Mittels Entfeuchtung kann man eine Verbesserung des Ueff erzielen und somit Heizkosten einsparen.                                                                                                                                                                                        |
| <b>Nutzerverhalten, Lüftung+Heizung</b> | Übertriebene Sparsamkeit ist genauso fehl am Platz wie Dauerlüftung durch Kippstellung, periodisches Heizen, leicht bekleidet in der überheizten Wohnung aufhalten. Es ist regelmäßige Stoßlüftung undenkbar, wenn die Bewohner einer Wohnung 10 Stunden abwesend sind, weil sie arbeiten gehen. Bei allen Konzepten sollte man als Eigentümer, Vermieter oder Planer auch diese Variante in Betracht ziehen und vorsorglich Materialien oder technische Lüftungsanlagen einsetzen um extremen Innenraumverhältnissen entgegenzuwirken.                                                                                                                                                            |
| <b>Lüftungssystem</b>                   | Das einfachste Lüftungssystem ist die natürliche Lüftung, man erzielt durch das Öffnen von Fenstern einen Luftaustausch. Dadurch wird Raumfeuchte weggeführt und frische Luft mit einem geringeren Kohlendioxidgehalt wird herein gelassen. Die dabei weg gelüftete Wärmemenge ist relativ klein, wenn ausreichend vorhandene Speichermassen die Heizenergie speichern – sie kühlen beim häufigen kurzzeitigen Lüften nicht aus. Mechanische Lüftungssysteme sollen nicht für einen Luftzug sorgen, was der Behaglichkeit abträglich sein würde. Außerdem müssen diese Anlagen permanent verkehrungstechnisch geprüft und gewartet werden..                                                        |
| <b>Luftwechselzahl</b>                  | Aus hygienischen Gründen ist die Mindestluftwechsel mit dem 0,5-fachen Raumvolumen pro Stunde festgelegt. Das bedeutet, in 2 Stunden wird die gesamte Raumluft einmal ausgewechselt. Es gab Zeiten, da sorgte der Fugenanteil der Fenster nach DIN 18055 für eine Permanentlüftung, heutzutage sorgen Renovierungen für hermetisch dichte Fenster.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Heizsysteme</b>                      | Konvektions- und Strahlungsheizung. Am weitesten verbreitet ist die Konvektionsheizung, jeder kennt Radiatoren und Plattenheizkörper. Konvektion ist eine Form des Wärmetransportes, die an Luft gebunden ist und mittels Wärmeabgabe und stofflicher Vermischung funktioniert. Das Prinzip ist leicht zu verstehen: die Raumluft erwärmt sich am Heizkörper, steigt auf, bewegt sich an der Decke entlang, vermischt sich mit der anderen Raumluft, kühlt dabei ab, fällt wieder herunter und strömt wieder in Richtung Heizkörper. Daraus resultieren: ungleichmäßige Temperaturverteilungen, Luftbewegung, Transport von Staub.                                                                 |
| <b>Strahlungsheizung</b>                | Die Strahlungsheizung gibt Wärmestrahlung und Infrarot Strahlung ab. Da der Wärmetransport mittels Strahlung an kein Medium gebunden ist und weil eine hohe Gleichmäßigkeit erreicht wird, genügen – im Vergleich zur Konvektionsheizung - weniger hohe Raumtemperaturen zur Erzielung der Behaglichkeit. Mit einer Absenkung um 1 °C sind Energieeinsparungen um die 6% möglich. Die auf den Raumboflächen auftreffende Strahlung wird absorbiert, aber auch remittiert. Bei der Platzierung der Strahlflächen können gestalterische Belange vorgezogen werden. Strahlungsheizungen sind: Flächenheizungen (z.B. Fußbodenheizung), Heizleistenheizungen, Marmorheizungen, Temperierungsheizungen. |
| <b>Geometrie und Konstruktion</b>       | Dazu gehören die Raumabmessungen (Breite, Tiefe, Höhe), die Aufbauten von Fußboden, Decke, Wänden und Fenstern. Die Bauweise – massiv gebaut ist einem Leichtbau vorzuziehen – beeinflusst die Oberflächentemperaturen, den sommerlichen Wärmeschutz, das Speichervermögen, das Sorptionsverhalten und andere relevante Kennwerte. Bei den Außenwänden spielen solare Erträge eine Rolle, bei den Geschossdecken (bzw. der Sohle, bei nicht unterkellerten Gebäuden) muss eine ausreichende Wärmedämmung vorhanden sein. Die Beschaffenheit der                                                                                                                                                    |

| Begriff                                         | Erläuterung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                 | Wandoberflächen spielt eine Rolle für die Pufferung von Feuchtespitzen (Adsorption) sowie für den Wärmeübergang und die Emission. Hinsichtlich der Fenster sind deren Flächenanteil sowie die Fugenbeiwerte interessant.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Wärmestrahlung</b>                           | Wärmestrahlung ist elektromagnetische Strahlung im Wellenlängenbereich 1 cm - 1 nm bzw. die infrarote Strahlung (IR) im Bereich 1 mm - 750 nm. Der Mensch strahlt im Durchschnitt 80 W ab. Es genügen bereits ganz normale Einfach-Fensterscheiben (3 mm Float) zum Reflektieren der Strahlung zurück ins Rauminnere (so funktionieren auch Gewächshäuser im Winter).                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Luftbewegung</b>                             | Zugluft wird als unangenehm empfunden, man fröstelt auch wenn es nicht richtig kalt ist. Im Nacken und an den Fußgelenken ist der Mensch am empfindlichsten. In einem Aufenthaltsraum mit 22 °C soll die Zugluftgeschwindigkeit den Wert von 0,2 m/s nicht überschreiten.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Raumluftfeuchte</b>                          | Sie wird angegeben in % und kennzeichnet den Wert, wie stark die Raumluft zur aktuellen Temperatur mit Wasser in Dampfform gesättigt ist, mehr als 100% geht nicht und warme Luft nimmt mehr Wasser auf als kalte. Die ideale rel. Raumluftfeuchte beträgt 45...55 %. Auf zu trockene Luft reagiert die Haut ebenso wie auf zu feuchte, das Wärmeempfinden wird beeinflusst. Eine erhöhte Raumluftfeuchte bedeutet aber auch einen erhöhten Heizenergiebedarf, denn feuchter Raumluft ist mehr Energie zuzuführen, um die gewünschte Temperatur zu erreichen bzw. zu halten. Ab dauerhaft 70% muss man mit der Entstehung von Schimmelpilzen rechnen. |
| <b>Kapillarität</b>                             | Kapillareffekt (lat. capillaris, das Haar betreffend) ist das Verhalten von Flüssigkeiten, das sie bei Kontakt mit Kapillaren, z. B. engen Röhren, Spalten oder Hohlräumen, in Feststoffen zeigen. Im Putz oder Wandbelag kann sehr viel Wasserdampf oder Feuchte aufgenommen und zwischengelagert werden, wenn sie nicht mit wasserabweisenden Stoffen gefüllt sind.                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Sorption von Wasserdampf</b>                 | Sorption ist ein Gleichgewichtsprozess zwischen Aufnahme und Abgabe (Desorption) von z.B. Wasser.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Adsorption</b>                               | Adsorption ist die An- und Ablagerung eines Stoffes aus einer Phase an die Oberfläche einer anderen Phase. Das innere Volumen des Sorbent bleibt – im Gegensatz zur Absorption – unbeteiligt und kann eine feste oder flüssige Phase sein. Wichtige chromatografische Verfahren (Adsorptionschromatografie), sowie viele Gasfilter (Atemschutzfilter) beruhen auf Adsorption.                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Absorption</b>                               | Absorption bezeichnet einen Gleichgewichtsprozess der Einlagerung und Auslagerung des Sorptivs aus einer Phase in das Volumen einer anderen Phase. So stellt sich beispielsweise zwischen Luft (eine Gasphase) und Wasser (eine flüssige Phase) ein Gleichgewicht z.B. bezüglich des Sauerstoffgehaltes beider Phasen ein.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Oberfläche, innere</b>                       | Die innere Oberfläche von porösen oder körnigen Feststoffen wie Putzen und Farben umfasst die Gesamtheit aller darin enthaltenen Oberflächen, also auch jene, die sich zwischen den einzelnen Körnern bzw. durch die Porenwände ergeben. Von ihr hängt auch die Feuchtespeicherung, Wärmedämmung, Lichtreflexion ab.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Oberfläche, äußere</b>                       | Die Größe der äußeren Oberfläche beeinflusst beispielsweise den Luftschall in einem Raum und das Lichtspiel.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Feuchteausgleichsverhalten/Raumluft</b>      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Feuchteausgleichsverhalten/Material</b>      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Diffusionswiderstand/Einzelschicht</b>       | Farben, Grundierungen oder Voranstriche zur besseren technischen Verarbeitung können das Feuchteaufnahmeverhalten eines Putzes oder der Holzverkleidung stark herabsetzen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Diffusionswiderstand/Oberflächenbauteil</b>  | Bei der Baukonstruktion muss zum Feuchteschutz die Wasserdampfdiffusion berücksichtigt werden, um unzulässig große Tauwasserkondensation zu vermeiden. An der Oberfläche der Innenwand ist es gewünscht, dass Materialien möglichst viel Wasserdampf kapillar zwischenzupuffern können.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Schwitzwasser, Kondensat auf Oberflächen</b> | Oberflächenkondensat entsteht, wenn die Temperatur der Wandoberfläche unter der Taupunkttemperatur liegt.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Wärmeschutz im Sommer</b>                    | Der sommerliche Wärmeschutz dient dazu, die durch Sonneneinstrahlung verursachte Aufheizung von Räumen, die auf eine Einstrahlung durch die Fenster, Aufheizung von Außenwand- und Dachflächen zurückzuführen ist, so weit zu begrenzen, dass ein behagliches Raumklima gewährleistet wird.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Wärmeschutz im Winter</b>                    | Der winterliche Wärmeschutz hat den Zweck, während der Heizperiode an den Innenoberflächen der Bauteile eine ausreichend hohe Oberflächentemperatur zu gewährleisten und damit Oberflächenkondensat bei in Wohnräumen üblichem Raumklima auszuschließen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Wohnqualität, Wohngesundheit</b>             | Mit Wohnung verknüpft man ein „zufrieden sein“. Wohnqualität schließt das soziale, geistige und körperliche Wohlbefinden ein. Lärm, Schadstoffe, elektrische Störfelder, Gerüche, Feuchte und                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

| Begriff                              | Erläuterung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                      | übertriebene Trockenheit, Schädlinge oder Schimmelbefall, Vibrationen oder unnatürliche Lichtverhältnisse sollten in Wohnräumen möglichst nicht vorhanden sein.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Schallmindernde Oberflächen</b>   | Poröse Oberflächensysteme im Innenraum mit einer hohen inneren Oberfläche haben ein sehr gutes Luftschallminderungsverhalten. Unter Luftschall versteht man Schallwellen, die sich über die Luft ausbreiten. Luftschall besteht im Gegensatz zum Körperschall aus reinen Longitudinalwellen. Im engeren Sinn wird der Begriff „Luftschall“ auf den Frequenzbereich des menschlichen Gehörs beschränkt verwendet, der bei etwa 16 Hz beginnt und je nach Alter bei höchstens 20 kHz endet. Luftschall wird von Menschen, Tieren, Installationen oder Maschinen erzeugt und breitet sich in der Luft aus. Massive und offenporige Bauteile dämmen Luftschall ein, glatte und harte Oberflächen reflektieren sie. Man unterscheidet beim Luftschall den Nutzschatl, wie die Musik oder die Stimme beim Gespräch, und dagegen den Störschall, wie den Baustellen- oder Verkehrslärm. |
| <b>Naturstoffe</b>                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Zubereitungen und Erzeugnisse</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

## 9.5 Tabellen

### 9.5.1 Sorptionswerte verschiedener Materialien

**Tabelle 1: Sorptionswerte verschiedener Materialien in g/m<sup>2</sup> [5]**

| Material                                                                     | Absorption/Desorption<br>im Mittel ca. [g/m <sup>2</sup> ] |
|------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| Beton B25                                                                    | 20                                                         |
| Gipsputz                                                                     | 20                                                         |
| Kalk-Gips-Putz                                                               | 20                                                         |
| Kalk-Gips-Putz                                                               | 23                                                         |
| Lehmputz                                                                     | 30 bis 60                                                  |
| Lehmputz mit diffusionsoffenem Anstrich                                      | 25 bis 40                                                  |
| Kalk-Gipsputz mit Raufasertapete<br>und zweimaligem Dispersionsanstrich      | 15                                                         |
| Gipskartonplatte, gespachtelt                                                | 13                                                         |
| Gipskartonplatte mit Kunstharzrollputz,<br>3 mm, und Dispersionsfarbanstrich | 5                                                          |
| Kiefernholz, geschliffen und unbehandelt                                     | 26                                                         |
| Kiefernholz, geölt                                                           | 21                                                         |
| Kiefernholz, geölt und gewachst                                              | 13                                                         |
| Kiefernholz, lackiert                                                        | 6                                                          |

Tabelle: Dr. Figgemeier Holl, H.-G., Ziegert, C.: Vergleichende Untersuchungen zum Sorptionsverhalten von Werk trockenmörteln., Moderner Lehm bau 2002, Tagungsband, in: Stuttgart; Fraunhofer IRB Verlag, 2002

### 9.5.2 Putz- und Farbsysteme:

| Putz- und<br>Farbsysteme       | Einsatz und<br>Untergrundvorbereitung                                    | Abriebfestigkeit |
|--------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|------------------|
| mR                             |                                                                          |                  |
| Lehm                           | Evtl. Haftvermittler,<br>Unterputz, Ober- oder<br>Feinputz, Farbanstrich |                  |
| Kalk                           | Evtl. Haftvermittler,<br>Unterputz, Ober- oder<br>Feinputz, Farbanstrich |                  |
| Kalk mit Additive              | Wie oben, mit<br>Kunststoffanteilen, Hilfsstoffe                         |                  |
| Kalk-Perlite                   | Evtl. Haftvermittler, Unterputz                                          |                  |
| Kalk-Zement<br>(Mischprodukte) | Evtl. Haftvermittler,<br>Unterputz, Ober- oder<br>Feinputz, Farbanstrich |                  |
| Gips (Mischprodukte)           | Evtl. Haftvermittler,                                                    |                  |

|                           |                                                                            |  |
|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------|--|
|                           | Unterputz, Ober- oder Feinputz, Farbanstrich                               |  |
| Kalk-Gips (Mischprodukte) | Evtl. Haftvermittler, Unterputz, Ober- oder Feinputz, Farbanstrich         |  |
| Sumpfkalk                 | Ober- oder Feinputz, Farbanstrich                                          |  |
| Silikat 1 komponentik     | Ober- oder Feinputz, Farbanstrich                                          |  |
| Silikat – 2 komponentik   | Ober- oder Feinputz, Farbanstrich, mit Kunststoffanteilen, Hilfsstoffe     |  |
| <b>nR</b>                 |                                                                            |  |
| Baumwolle, Zellulose      | Oberputz, Sprüh- oder Spachtelfeinputz, Naturharz- oder Silikatvoranstrich |  |
| Naturharzfarben           | Roll- und Streichputz, Naturharz- oder Silikatvoranstrich                  |  |
| Leimfarbe                 | Farbanstrich, verdünnter Voranstrich                                       |  |
| Kaseifarbe                | Farbanstrich, verdünnter Voranstrich                                       |  |
| Lasuren, wassergelöst     | Farbendanstrich                                                            |  |
| Farbkonzentrate, nR       | Farbendanstrich                                                            |  |
| <b>fR, mR</b>             |                                                                            |  |
| Siliconharzfarbe          | Farbendanstrich                                                            |  |
| Dispersion- Synthetik     | Farbendanstrich                                                            |  |
| Alkydharzfarben           | Farbendanstrich                                                            |  |
| Polymerisatharzfarbe      | Farbendanstrich                                                            |  |
| Epoxidharzfarbe           | Farbendanstrich                                                            |  |
| Farbkonzentrate, fR+mR.   | Farbendanstrich                                                            |  |
| Farbpigmente, mR.         | Farbendanstrich                                                            |  |
| Farbpigmente, fR          | Farbendanstrich                                                            |  |

IQUH Tabelle: Farbanstriche und Putze, [www.wecobis.de](http://www.wecobis.de)

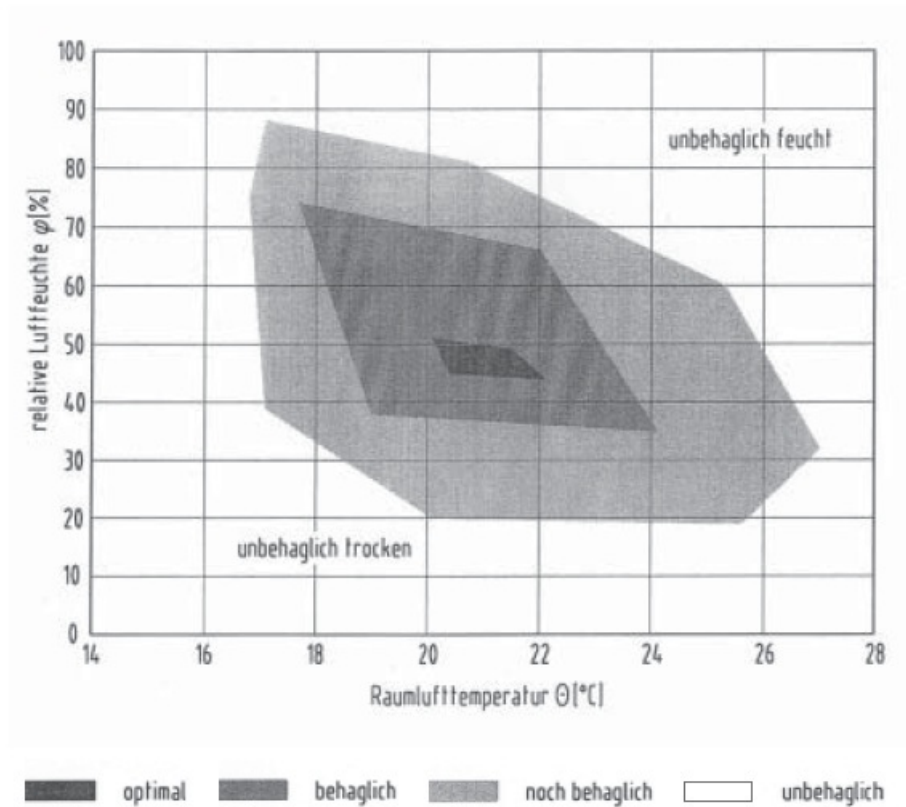
### 9.5.3 Ökobilanzen

| Verbreitete Dämmstoffe für eine Vorsatzschale innen                | Inhaltsstoff-Basis<br>nR = nachwachsende/tierische Rohstoffe<br>mR = mineralisch/metallische Rohstoffe<br>fR = fossile Rohstoffe | Wärmeleitfähigkeit W/mK<br>Je kleiner die Wärmeleitzahl, desto besser ist die Wärmedämmeigenschaft (ohne Berücksichtigung der Beschichtungsart). | Global warming kg CO <sub>2</sub> eq.<br>Treibhauspotential (s. Infothek) |
|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| Flachs                                                             | nR                                                                                                                               | 0,040                                                                                                                                            | -8,96 - -17,93                                                            |
| Hanf                                                               | nR                                                                                                                               | 0,040                                                                                                                                            | -7,96 - -11,15                                                            |
| Zellulose                                                          | nR                                                                                                                               | 0,040- 0,045                                                                                                                                     | k.A.                                                                      |
| Holzfaser                                                          | nR                                                                                                                               | 0,041                                                                                                                                            | k.A.                                                                      |
| Schafwolle                                                         | nR                                                                                                                               | 0,040                                                                                                                                            | k.A.                                                                      |
| Kork                                                               | nR                                                                                                                               | 0,045- 0,060                                                                                                                                     | k.A.                                                                      |
| Perlite                                                            | mR                                                                                                                               | 0,052- 0,070                                                                                                                                     | k.A.                                                                      |
| Mineralwolle                                                       | mR                                                                                                                               | 0,035- 0,040                                                                                                                                     | ca. 125                                                                   |
| Styropor                                                           | fR                                                                                                                               | 0,035- 0,045                                                                                                                                     | 27-80                                                                     |
| Dampfbremse                                                        | nR / fR                                                                                                                          |                                                                                                                                                  |                                                                           |
| Vielverwendete Putzträger für die Innenwandgestaltung              | Inhaltsstoff-Basis<br>nR = nachwachsende/tierische Rohstoffe<br>mR = mineralisch/metallische Rohstoffe<br>fR = fossile Rohstoffe | Wärmeleitfähigkeit W/mK<br>Je kleiner die Wärmeleitzahl, desto besser ist die Wärmedämmeigenschaft (ohne Berücksichtigung der Beschichtungsart). | Global warming kg CO <sub>2</sub> eq.<br>Treibhauspotential (s. Infothek) |
| Weichfaserplatten                                                  |                                                                                                                                  |                                                                                                                                                  |                                                                           |
| Lehmbauplatten                                                     |                                                                                                                                  |                                                                                                                                                  |                                                                           |
| Zement/Holzleichtbauplatten                                        |                                                                                                                                  |                                                                                                                                                  |                                                                           |
| Calcium-Silikatplatten                                             |                                                                                                                                  |                                                                                                                                                  |                                                                           |
| Zementbauplatten                                                   |                                                                                                                                  |                                                                                                                                                  |                                                                           |
| Gipskarton                                                         |                                                                                                                                  | 0,25                                                                                                                                             |                                                                           |
| Gipsfaser, greenline                                               |                                                                                                                                  | 0,29 - 0,44                                                                                                                                      |                                                                           |
| Putze/Farben für die Beschichtung der Putzträger oder Wandbauteile | Inhaltsstoff-Basis<br>nR = nachwachsende/tierische Rohstoffe<br>mR = mineralisch/metallische Rohstoffe<br>fR = fossile Rohstoffe | Wärmeleitfähigkeit W/mK<br>Je kleiner die Wärmeleitzahl, desto besser ist die Wärmedämmeigenschaft (ohne Berücksichtigung der Beschichtungsart). | Global warming kg CO <sub>2</sub> eq.<br>Treibhauspotential (s. Infothek) |
| Kalk                                                               | mR                                                                                                                               |                                                                                                                                                  |                                                                           |
| Lehm                                                               | mR                                                                                                                               |                                                                                                                                                  |                                                                           |
| Silikat                                                            | mR                                                                                                                               |                                                                                                                                                  |                                                                           |
| Naturfaserputze                                                    | nR                                                                                                                               |                                                                                                                                                  |                                                                           |
| Naturharzdispersion                                                | nR                                                                                                                               |                                                                                                                                                  |                                                                           |
| Kasein                                                             | nR                                                                                                                               |                                                                                                                                                  |                                                                           |
| Zelluloseleim                                                      | nR                                                                                                                               |                                                                                                                                                  |                                                                           |
| Kunstharzdispersion                                                | fR                                                                                                                               |                                                                                                                                                  |                                                                           |

Bild 20: Fa IQUH-Tabelle: Ökobilanzwerte aus [www.wecobis.de](http://www.wecobis.de)



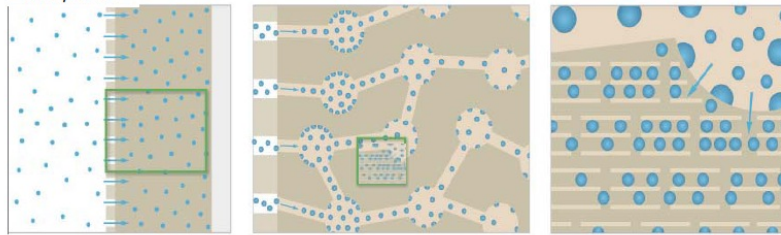
## 9.5.4 Behaglichkeit und Bauphysik



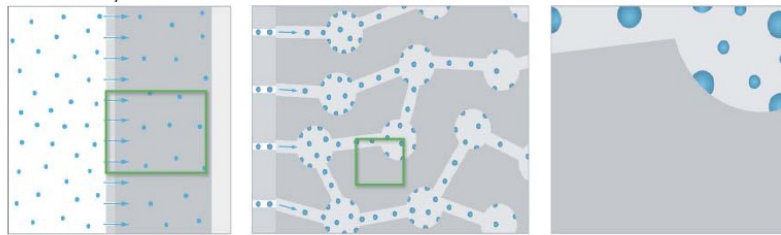
**Abb. 1**

Behaglichkeitsgrafik [Leudsen / Freymark – 1951]

### Lehmputze



### Nicht-Lehmputze



**Abb. 2**

Grafische Darstellung der Luftfeuchtesorption von Lehmputzen und Nicht-Lehmputzen

Wasserdampfmoleküle in der Raumluft



Anstrich auf Lehmputz



Pore, Porenkanal und Feststoff Lehmputz



Anstrich auf Nicht-Lehmputz

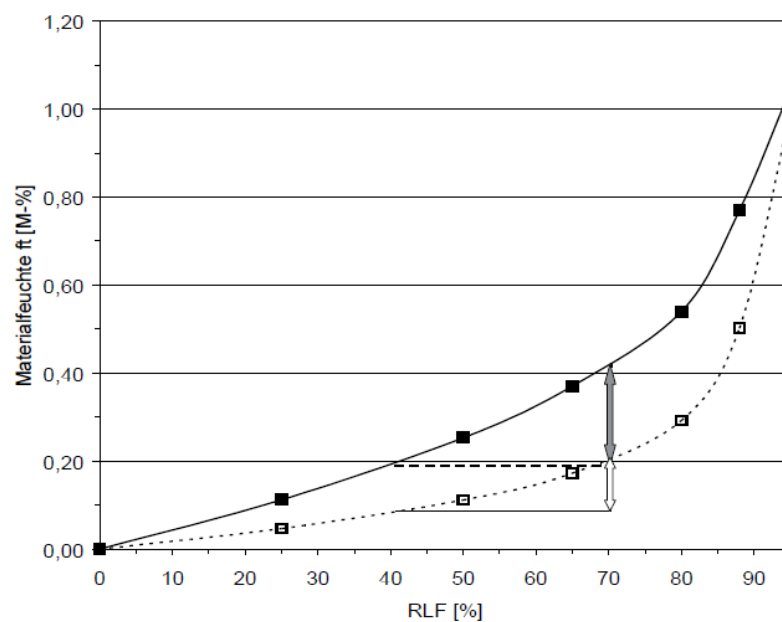


Pore, Porenkanal und Feststoff Nicht-Lehmputz



Grafik Claytec, Christiane Liebert

Tabelle Ziegert Christof und Eckermann Wulf, „Auswirkung von Lehmstoffen auf die Raumluftfeuchte“, Stand 6-2006  
[http://www.claytec.be/pdf/de/lehmputz\\_raumklima.pdf](http://www.claytec.be/pdf/de/lehmputz_raumklima.pdf)



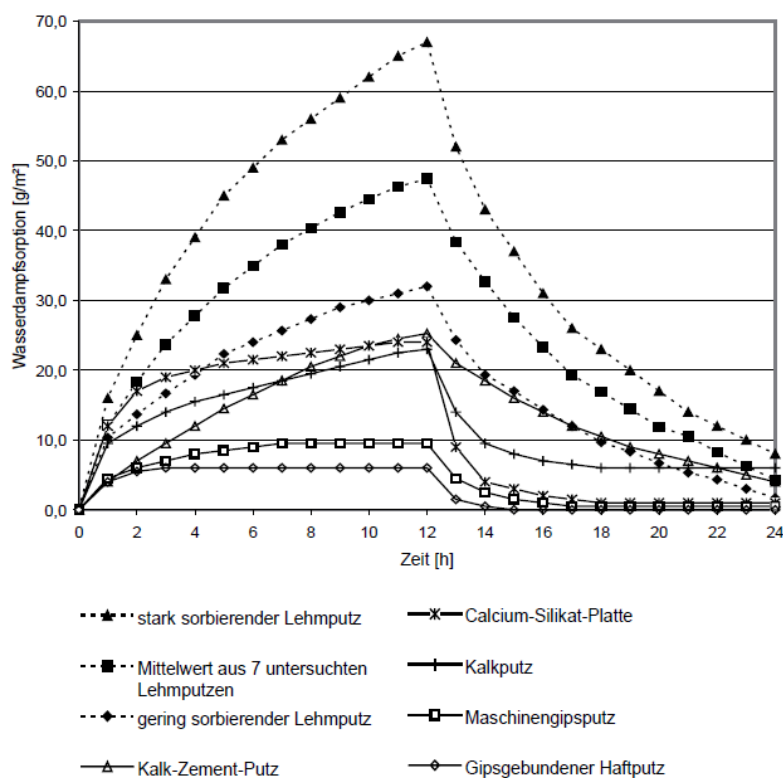
**Abb. 3**

Mittlere Wasserdampfsorption der untersuchten Lehmputze im Vergleich zu herkömmlichen Putzen (nach EN ISO 12571).

Mittelwerte für:

- Gips-, Kalk-Gips-, Kalk-Zement-Putze
- Lehmputze

Tabelle Ziegert Christof und Eckermann Wulf, „Auswirkung von Lehmstoffen auf die Raumluftfeuchte“, Stand 6-2006  
[http://www.claytec.be/pdf/de/lehmputz\\_raumklima.pdf](http://www.claytec.be/pdf/de/lehmputz_raumklima.pdf)



**Abb. 4**

Das Diagramm zeigt die unterschiedliche Reaktion von verschiedenen Putzen auf Schwankungen der relativen Feuchte (Sorptionsvermögen). Im Versuch wurde die relative Feuchte bei gleichbleibender Temperatur kurzfristig von 50 auf 80 % RLF erhöht (Feuchtesprung) und nach 12 Stunden wieder auf 50 % abgesenkt.

Tabelle Ziegert Christof und Eckermann Wulf, „Auswirkung von Lehmbaumstoffen auf die Raumluftfeuchte“, Stand 6-2006  
[http://www.claytec.be/pdf/de/lehmputz\\_raumklima.pdf](http://www.claytec.be/pdf/de/lehmputz_raumklima.pdf)

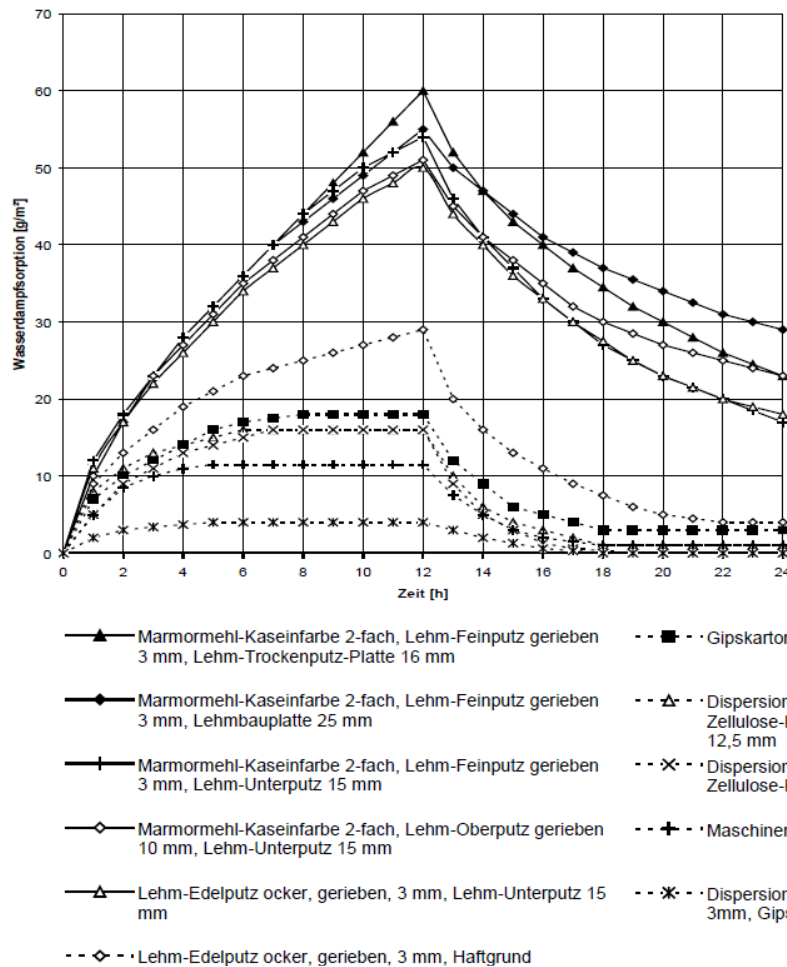


Abb. 5

Das Diagramm zeigt zusammenfassend den Vergleich des Sorptionsverhaltens raumseitiger Schichtenaufbauten aus konventionellen Baustoffen und einiger im Lehm-bau üblichen Aufbauten. Wie bei dem unter Abbildung 4 abgebildeten Versuch wurde die relative Feuchte bei gleichbleibender Temperatur kurzfristig von 50 auf 80 % RLF erhöht (Feuchtesprung) und nach 12 Stunden wieder auf 50 % abgesenkt [Ziegert – 2003].

Tabelle Ziegert Christof und Eckermann Wulf, „Auswirkung von Lehm-baustoffen auf die Raumluftfeuchte“, Stand 6-2006  
[http://www.claytec.be/pdf/de/lehmputz\\_raumklima.pdf](http://www.claytec.be/pdf/de/lehmputz_raumklima.pdf)

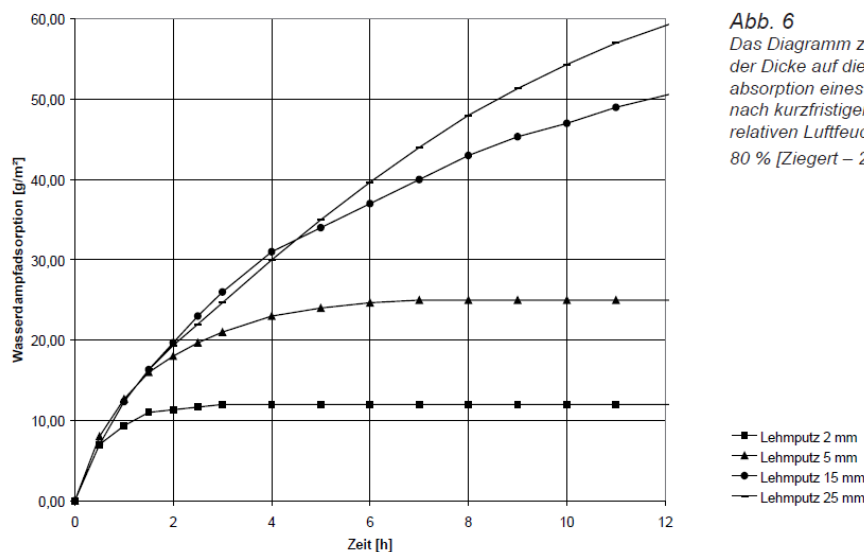
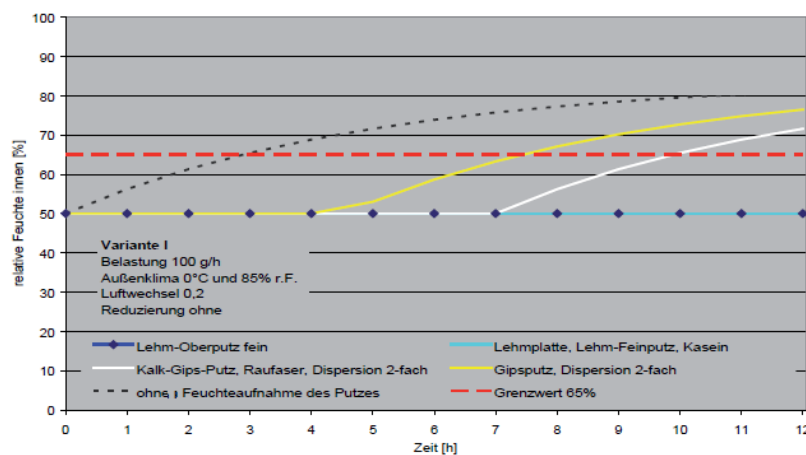


Abb. 6

Das Diagramm zeigt den Einfluss der Dicke auf die Wasserdampf-adsorption eines Lehmputzes nach kurzfristiger Erhöhung der relativen Luftfeuchte von 50 auf 80 % [Ziegert – 2003].

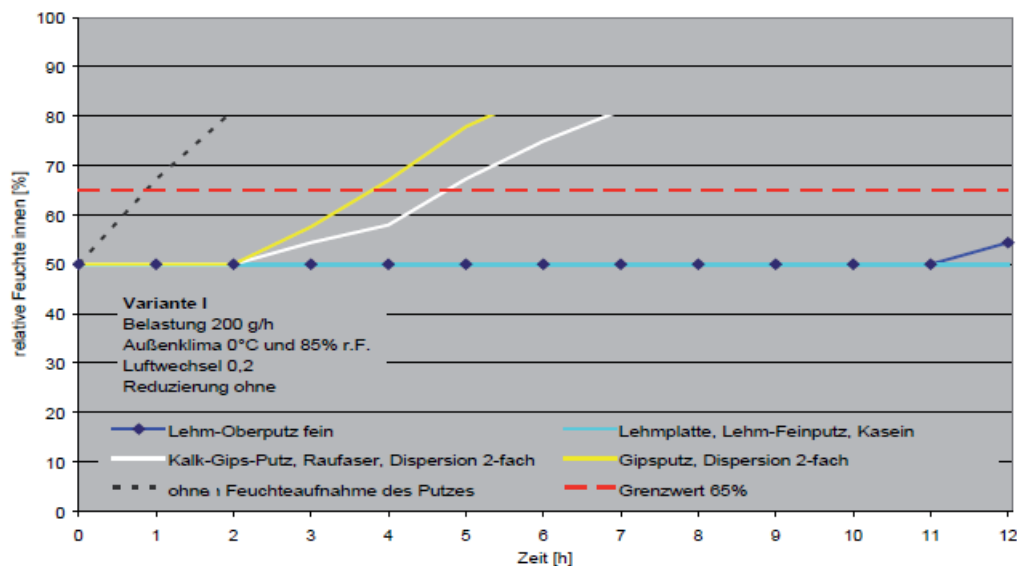
Tabelle Ziegert Christof und Eckermann Wulf, „Auswirkung von Lehm-baustoffen auf die Raumluftfeuchte“, Stand 6-2006  
[http://www.claytec.be/pdf/de/lehmputz\\_raumklima.pdf](http://www.claytec.be/pdf/de/lehmputz_raumklima.pdf)


**Abb. 7 – 9**

Verlauf der Raumluftfeuchte unter dem Einfluss unterschiedlicher Wandoberflächen, Luftwechsel, Außenklima und Nutzungsintensität [Eckermann et al – 2006].

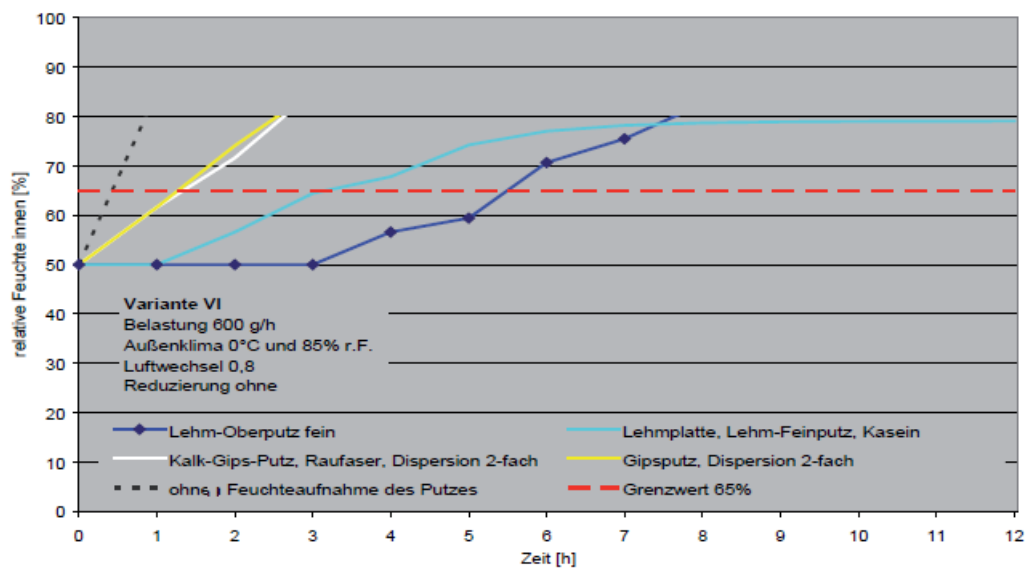
Belastung 100 g/h; Winter „kalt“; Luftwechsel 0,2

Tabelle Ziegert Christof und Eckermann Wulf, „Auswirkung von Lehmbaustoffen auf die Raumluftfeuchte“, Stand 6-2006  
[http://www.claytec.be/pdf/de/lehmputz\\_raumklima.pdf](http://www.claytec.be/pdf/de/lehmputz_raumklima.pdf)



Belastung 200 g/h; Winter „kalt“; Luftwechsel 0,2

Tabelle Ziegert Christof und Eckermann Wulf, „Auswirkung von Lehmbaustoffen auf die Raumluftfeuchte“, Stand 6-2006  
[http://www.claytec.be/pdf/de/lehmputz\\_raumklima.pdf](http://www.claytec.be/pdf/de/lehmputz_raumklima.pdf)



Kurzzeit-Belastung 600 g/h; Winter „kalt“; Luftwechsel 0,8

Tabelle Ziegert Christof und Eckermann Wulf, „Auswirkung von Lehmbaustoffen auf die Raumlufffeuchte“, Stand 6-2006  
[http://www.claytec.be/pdf/de/lehmputz\\_raumklima.pdf](http://www.claytec.be/pdf/de/lehmputz_raumklima.pdf)